

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2006年2月16日 (16.02.2006)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2006/016624 A1

## (51) 国際特許分類:

C22C 9/00 (2006.01)

B22D 21/00 (2006.01)

B22D 1/00 (2006.01)

B22D 27/20 (2006.01)

## (21) 国際出願番号:

PCT/JP2005/014691

## (22) 国際出願日:

2005年8月10日 (10.08.2005)

## (25) 国際出願の言語:

日本語

## (26) 国際公開の言語:

日本語

## (30) 優先権データ:

特願2004-233952 2004年8月10日 (10.08.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三  
宝伸銅工業株式会社 (SANBO SHINDO KOGYO  
KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5900906 大阪府堺  
市三宝町8丁374番地 Osaka (JP).

## (72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大石 恵一郎

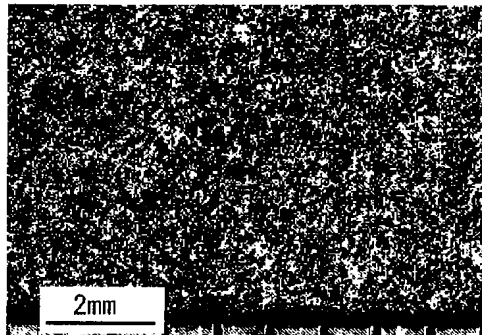
(OISHI, Keiichiro) [JP/JP]; 〒5810032 大阪府八尾市弓  
削町1丁目108番地 Osaka (JP).(74) 代理人: 三木 久巳 (MIKI, Hisami); 〒5410056 大阪府  
大阪市中央区久太郎町2丁目3番8号 ハイム船場  
303号 Osaka (JP).(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護  
が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,  
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,  
HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,  
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可  
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有])

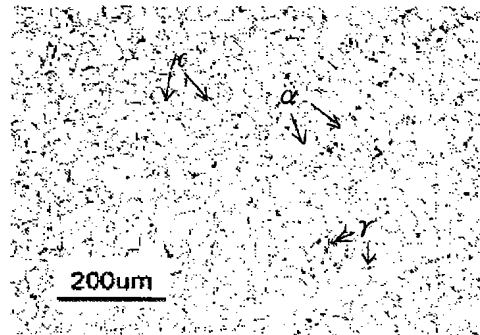
(54) Title: COPPER ALLOY

(54) 発明の名称: 銅合金

(A)



(B)



(57) Abstract: A copper alloy, which has a chemical composition, in mass %, that Cu: 69 to 88 %, Si: 2 to 5 %, Zr: 0.0005 to 0.04 %, P: 0.01 to 0.25 %, and the balance: Zn, wherein with respect to [a] mass % representing the content of the element a, the relationships:  $f_0 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] = 61 \text{ to } 71$ ,  $f_1 = [\text{P}]/[\text{Zr}] = 0.7 \text{ to } 200$ ,  $f_2 = [\text{Si}]/[\text{Zr}] = 75 \text{ to } 5000$  and  $f_3 = [\text{Si}]/[\text{P}] = 12 \text{ to } 240$  are satisfied, which has a metal structure wherein  $\alpha$  phase and  $\kappa$  phase and/or  $\gamma$  phase are present and, with respect to [b] % representing the content of the phase b, the relationships:  $f_4 = [\alpha] + [\gamma] + [\kappa] \geq 85$  and  $f_5 = [\gamma] + [\kappa] + 0.3[\mu] - [\beta] = 5 \text{ to } 95$  are satisfied, and which has an average crystal grain diameter of 200  $\mu\text{m}$  or less in a macroscopic structure immediately after the solidification of a melt of the alloy.

(57) 要約: Cu: 69~88mass%と、Si: 2~5mass%と、Zr: 0.0005~0.04mass%と、P: 0.01~0.25mass%と、Zn: 残部とからなり、元素aの含有量 [a] mass%について、 $f_0 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] = 61 \sim 71$ 、 $f_1 = [\text{P}] / [\text{Zr}] = 0.7 \sim 200$ 、 $f_2 = [\text{Si}] / [\text{Zr}] = 75 \sim 5000$ 及び $f_3 = [\text{Si}] / [\text{P}] = 12 \sim 240$ の関係を有し、 $\alpha$ 相と $\kappa$ 相及び/又は $\gamma$ 相とを含有し且つ面積率における相bの含有量 [b] %について $f_4 = [\alpha] + [\gamma] + [\kappa] \geq 85$ 及び $f_5 = [\gamma] + [\kappa] + 0.3[\mu] - [\beta] = 5 \sim 95$ の関係を有する金属組織をなし、溶融固化時のマクロ組織での平均結晶粒径が200  $\mu\text{m}$ 以下である銅合金。

WO 2006/016624 A1



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 銅合金

### 技術分野

[0001] 本発明は、鑄造性、機械的特性(強度、延性等)、耐蝕性、耐摩耗性、被削性等の諸特性に優れたCu-Zn-Si系の銅合金に関するものである。

### 背景技術

[0002] 銅合金は、一般の金属材料と同様、結晶粒の微細化によって耐力が向上することは知られており、その強度は、ホールペッチの法則に基づくと、結晶粒径の逆数の1/2乗に比例して向上するとされている。

[0003] 而して、銅合金の結晶粒径が微細化する基本形態としては、一般に、(A)銅合金の溶融固化時に結晶粒が微細化する場合と、(B)溶融固化後の銅合金(インゴット、スラブ等の鑄塊、ダイキャスト等の鑄造品、溶融鑄造品等)に圧延等の変形加工又は加熱処理を施すことにより、歪エネルギー等の蓄積エネルギーが駆動力となって結晶粒が微細化する場合とがあり、(A)(B)何れの場合にも、Zrが結晶粒の微細化に有効に作用する元素として知られている。

[0004] しかし、(A)の場合、溶融固化段階におけるZrの結晶粒微細化作用は、他の元素及びそれらの含有量による影響を大きく受けるため、所望レベルの結晶粒微細化が達成されていないのが実情である。このため、一般的には、(B)の手法が広く用いられており、溶融固化後の鑄塊、鑄造品等に熱処理を施し、さらに歪を与えることにより、結晶粒の微細化を図ることが行われている。

[0005] 特公昭38-20467号公報は、Zr、P、Niを含む銅合金に溶体化処理を行ない、次に75%の加工率で冷間加工を施した後の平均結晶粒径を調べたもので、Zrを含有しないときの280  $\mu$ mから、170  $\mu$ m(Zr:0.05mass%含有)、50  $\mu$ m(Zr:0.13mass%含有)、29  $\mu$ m(Zr:0.22mass%含有)、6  $\mu$ m(Zr:0.89mass%含有)の如く、Zrの含有量の増加に比例して微細化されることを教示する。なお、この公報においては、Zrの含有過多による悪影響を回避するために、Zrを0.05~0.3mass%含有させることが提案されている。

[0006] また、特開2004-233952公報を参照すると、0.15～0.5mass%のZrが添加された銅合金を、鑄造後、溶体化処理及び歪付加のための変形加工を施すと、平均結晶粒径は、約20  $\mu\text{m}$ 以下のレベルにまで微細化されることが開示されている。

特許文献1:特公昭38-20467号公報

特許文献2:特開2004-233952公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、前記(B)の手法のように、結晶粒径を微細化させるために、鑄造後にこれら処理及び加工を行うことは、コスト高を招く。また、鑄物製品の形状によっては、歪付加のための変形加工を施すことができないものもある。このため、結晶粒は、前記(A)の手法により、銅合金が溶融固化した時点で微細化されていることが好ましい。ところが、(A)の手法の場合、前述したように、溶融固化段階でのZrは、他の元素及びそれらの含有量による影響を大きく受けるため、Zrの含有量を増やしたとしても、その増量に対応した結晶粒微細化効果を得られるとは限らない。また、Zrは、酸素との親和力が非常に強いため、Zrを大気溶解で添加すると、酸化物となり易く、歩留まりが非常に悪い。このため、鑄造後の製品に含まれる量はたとえ僅かな量であっても、鑄込み段階では、相当量の原料を投入する必要がある。一方、溶解中での酸化物の生成量があり多くなると、鑄込み時に酸化物が巻き込まれ易くなり、鑄造欠陥を生じる虞れがある。酸化物の生成を回避するために、真空中又は不活性ガス雰囲気中で溶解、鑄造を行なうことは可能であるが、コスト高を招く。また、Zrは高価な元素であるから、経済的観点より、添加量はできるだけ少なく抑えることが好ましい。

[0008] このため、Zrの含有量をできるだけ少なくすると共に、鑄造工程の溶融固化後の段階で、平均結晶粒径が微細化された銅合金が要請されている。

[0009] また、Cu-Zn-Si系の銅合金の場合、Siは機械的特性等の向上に寄与するが、一方では、溶融固化時に割れやざく巣が発生し易くなり、引け巣が大きく、ブローホール等の鑄物欠陥が発生し易くなる問題があった。この主な原因は、Siの含有量が多くなるにつれて、凝固温度範囲(液相線温度と固相線温度との差)が広くなり、また熱伝導性が悪くなることによる。また、従来のCu-Zn-Si系の銅合金の凝固組織を

観察すると、デンドライトが樹枝状に生成されており、このデンドライトのアームが、発生する気泡を大気中に開放され難くし、ブローホールの残留の原因、局所的な大きな引け巣の発生の原因になっている。

- [0010] 本発明は、上記した点に鑑みてなされたもので、結晶粒の微細化により铸造性、機械的諸特性、耐蝕性、被削性、加工性等の銅合金特性を大幅に向上させ得るCu-Zn-Si系の銅合金を提供すると共に、当該銅合金を良好に製造することができる方法を提供することを目的とするものである。

#### 課題を解決するための手段

- [0011] 本発明は、上記の目的を達成すべく、次のような銅合金及びその製造方法を提案する。

- [0012] すなわち、本発明は、第1に、Cu:69～88mass% (好ましくは70～84mass%、より好ましくは71.5～79.5mass%、最適には73～79mass%)と、Si:2～5mass% (好ましくは2.2～4.8mass%、より好ましくは2.5～4.5mass%、最適には2.7～3.7mass%)と、Zr:0.0005～0.04mass% (好ましくは0.0008～0.029mass%、より好ましくは0.001～0.019mass%、更に好ましくは0.0025～0.014mass%、最適には0.004～0.0095mass%)と、P:0.01～0.25mass% (好ましくは0.02～0.2mass%、より好ましくは0.03～0.16mass%、最適には0.04～0.12mass%)と、Zn:残部とからなり、下記の(1)～(7)の条件を満足する銅合金(以下「第1銅合金」という)を提案する。この第1銅合金にあつては、上記条件に加えて、更に、下記の(10)～(15)の条件を満足することが好ましい。第1銅合金が切削加工を必要とするものである場合には、これらの条件に加えて、更に(17)の条件を満足することが好ましい。

- [0013] 本発明は、第2に、第1銅合金の構成元素にSn、As及びSbから選択した1種以上の元素を更に含有させた組成をなすものであつて、Cu:69～88mass% (好ましくは70～84mass%、より好ましくは71.5～79.5mass%、最適には73～79mass%)と、Si:2～5mass% (好ましくは2.2～4.8mass%、より好ましくは2.5～4.5mass%、最適には2.7～3.7mass%)と、Zr:0.0005～0.04mass% (好ましくは0.0008～0.029mass%、より好ましくは0.001～0.019mass%、更に好ましくは0.

0.0025～0.014mass%、最適には0.004～0.0095mass%)と、P:0.01～0.25mass%(好ましくは0.02～0.2mass%、より好ましくは0.03～0.16mass%、最適には0.04～0.12mass%)と、Sn:0.05～1.5mass%(好ましくは0.1～0.9mass%、より好ましくは0.2～0.7mass%、最適には0.25～0.6mass%)、As:0.02～0.25mass%(好ましくは0.03～0.15mass%)及びSb:0.02～0.25mass%(好ましくは0.03～0.15mass%)から選択された1種以上の元素と、Zn:残部とからなり、下記の(1)～(7)の条件を満足する銅合金(以下「第2銅合金」という)を提案する。この第2銅合金にあつては、上記条件に加えて、更に、下記の(10)～(15)の条件を満足することが好ましい。また、第2銅合金が切削加工を必要とするものである場合には、これらの条件に加えて、更に(17)の条件を満足することが好ましい。

[0014] 本発明は、第3に、第1銅合金の構成元素にAl、Mn及びMgから選択した1種以上の元素を更に含有させた組成をなすものであつて、Cu:69～88mass%(好ましくは70～84mass%、より好ましくは71.5～79.5mass%、最適には73～79mass%)と、Si:2～5mass%(好ましくは2.2～4.8mass%、より好ましくは2.5～4.5mass%、最適には2.7～3.7mass%)と、Zr:0.0005～0.04mass%(好ましくは0.0008～0.029mass%、より好ましくは0.001～0.019mass%、更に好ましくは0.0025～0.014mass%、最適には0.004～0.0095mass%)と、P:0.01～0.25mass%(好ましくは0.02～0.2mass%、より好ましくは0.03～0.16mass%、最適には0.04～0.12mass%)と、Al:0.02～1.5mass%(好ましくは0.1～1.2mass%)、Mn:0.2～4mass%(好ましくは0.5～3.5mass%)及びMg:0.001～0.2mass%から選択された1種以上の元素と、Zn:残部とからなり、下記の(1)～(7)の条件を満足する銅合金(以下「第3銅合金」という)を提案する。この第3銅合金にあつては、上記条件に加えて、更に、下記の(10)～(15)の条件を満足することが好ましい。また、第3銅合金が切削加工を必要とするものである場合には、これらの条件に加えて、更に(17)の条件を満足することが好ましい。

[0015] 本発明は、第4に、第1銅合金の構成元素にSn、As及びSbから選択した1種以上の元素とAl、Mn及びMgから選択した1種以上の元素とを更に含有させた組成をなすものであつて、Cu:69～88mass%(好ましくは70～84mass%、より好ましくは71

. 5～79. 5mass%、最適には73～79mass%)と、Si:2～5mass%(好ましくは2. 2～4. 8mass%、より好ましくは2. 5～4. 5mass%、最適には2. 7～3. 7mass%)と、Zr:0. 0005～0. 04mass%(好ましくは0. 0008～0. 029mass%、より好ましくは0. 001～0. 019mass%、更に好ましくは0. 0025～0. 014mass%、最適には0. 004～0. 0095mass%)と、P:0. 01～0. 25mass%(好ましくは0. 02～0. 2mass%、より好ましくは0. 03～0. 16mass%、最適には0. 04～0. 12mass%)と、Sn:0. 05～1. 5mass%(好ましくは0. 1～0. 9mass%、より好ましくは0. 2～0. 7mass%、最適には0. 25～0. 6mass%)、As:0. 02～0. 25mass%(好ましくは0. 03～0. 15mass%)及びSb:0. 02～0. 25mass%(好ましくは0. 03～0. 15mass%)から選択された1種以上の元素と、Al:0. 02～1. 5mass%(好ましくは0. 1～1. 2mass%)、Mn:0. 2～4mass%(好ましくは0. 5～3. 5mass%)及びMg:0. 001～0. 2mass%から選択された1種以上の元素と、Zn:残部とからなり、下記の(1)～(7)の条件を満足する銅合金(以下「第4銅合金」という)を提案する。この第4銅合金にあつては、上記条件に加えて、更に、下記の(10)～(15)の条件を満足することが好ましい。また、第4銅合金が切削加工を必要とするものである場合には、これらの条件に加えて、更に(17)の条件を満足することが好ましい。

- [0016] 本発明は、第5に、第1銅合金の構成元素にPb、Bi、Se及びTeから選択した1種以上の元素を更に含有させた組成をなすものであつて、Cu:69～88mass%(好ましくは70～84mass%、より好ましくは71. 5～79. 5mass%、最適には73～79mass%)と、Si:2～5mass%(好ましくは2. 2～4. 8mass%、より好ましくは2. 5～4. 5mass%、最適には2. 7～3. 7mass%)と、Zr:0. 0005～0. 04mass%(好ましくは0. 0008～0. 029mass%、より好ましくは0. 001～0. 019mass%、更に好ましくは0. 0025～0. 014mass%、最適には0. 004～0. 0095mass%)と、P:0. 01～0. 25mass%(好ましくは0. 02～0. 2mass%、より好ましくは0. 03～0. 16mass%、最適には0. 04～0. 12mass%)と、Pb:0. 005～0. 45mass%(好ましくは0. 005～0. 2mass%、より好ましくは0. 005～0. 1mass%)、Bi:0. 005～0. 45mass%(好ましくは0. 005～0. 2mass%、より好ましくは0. 005～0. 1mass%)、Se:0. 03～0. 45mass%(好ましくは0. 05～0. 2mass%、より好ましくは0. 05～0. 1mas

s%)及びTe:0.01~0.45mass%(好ましくは0.03~0.2mass%、より好ましくは0.05~0.1mass%)から選択された1種以上の元素と、Zn:残部とからなり、下記の(1)~(8)の条件を満足する銅合金(以下「第5銅合金」という)を提案する。この第5銅合金にあつては、上記条件に加えて、更に、下記の(9)~(16)の条件を満足することが好ましい。また、第5銅合金が切削加工を必要とするものである場合には、これらの条件に加えて、更に(17)の条件を満足することが好ましい。

[0017] 本発明は、第6に、第5銅合金の構成元素にSn、As及びSbから選択した1種以上の元素を更に含有させた組成をなすものであつて、Cu:69~88mass%(好ましくは70~84mass%、より好ましくは71.5~79.5mass%、最適には73~79mass%)と、Si:2~5mass%(好ましくは2.2~4.8mass%、より好ましくは2.5~4.5mass%、最適には2.7~3.7mass%)と、Zr:0.0005~0.04mass%(好ましくは0.0008~0.029mass%、より好ましくは0.001~0.019mass%、更に好ましくは0.0025~0.014mass%、最適には0.004~0.0095mass%)と、P:0.01~0.25mass%(好ましくは0.02~0.2mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.04~0.12mass%)と、Pb:0.005~0.45mass%(好ましくは0.005~0.2mass%、より好ましくは0.005~0.1mass%)、Bi:0.005~0.45mass%(好ましくは0.005~0.2mass%、より好ましくは0.005~0.1mass%)、Se:0.03~0.45mass%(好ましくは0.05~0.2mass%、より好ましくは0.05~0.1mass%)及びTe:0.01~0.45mass%(好ましくは0.03~0.2mass%、より好ましくは0.05~0.1mass%)から選択された1種以上の元素と、Sn:0.05~1.5mass%(好ましくは0.1~0.9mass%、より好ましくは0.2~0.7mass%、最適には0.25~0.6mass%)、As:0.02~0.25mass%(好ましくは0.03~0.15mass%)及びSb:0.02~0.25mass%(好ましくは0.03~0.15mass%)から選択された1種以上の元素と、Zn:残部とからなり、下記の(1)~(8)の条件を満足する銅合金(以下「第6銅合金」という)を提案する。この第6銅合金にあつては、上記条件に加えて、更に、下記の(9)~(16)の条件を満足することが好ましい。また、第6銅合金が切削加工を必要とするものである場合には、これらの条件に加えて、更に(17)の条件を満足することが好ましい。



[0018] 本発明は、第7に、第5銅合金の構成元素にAl、Mn及びMgから選択した1種以上の元素を更に含有させた組成をなすものであって、Cu:69～88mass% (好ましくは70～84mass%、より好ましくは71.5～79.5mass%、最適には73～79mass%)と、Si:2～5mass% (好ましくは2.2～4.8mass%、より好ましくは2.5～4.5mass%、最適には2.7～3.7mass%)と、Zr:0.0005～0.04mass% (好ましくは0.0008～0.029mass%、より好ましくは0.001～0.019mass%、更に好ましくは0.0025～0.014mass%、最適には0.004～0.0095mass%)と、P:0.01～0.25mass% (好ましくは0.02～0.2mass%、より好ましくは0.03～0.16mass%、最適には0.04～0.12mass%)と、Pb:0.005～0.45mass% (好ましくは0.005～0.2mass%、より好ましくは0.005～0.1mass%)、Bi:0.005～0.45mass% (好ましくは0.005～0.2mass%、より好ましくは0.005～0.1mass%)、Se:0.03～0.45mass% (好ましくは0.05～0.2mass%、より好ましくは0.05～0.1mass%)及びTe:0.01～0.45mass% (好ましくは0.03～0.2mass%、より好ましくは0.05～0.1mass%)から選択された1種以上の元素と、Al:0.02～1.5mass% (好ましくは0.1～1.2mass%)、Mn:0.2～4mass% (好ましくは0.5～3.5mass%)及びMg:0.001～0.2mass%から選択された1種以上の元素と、Zn:残部とからなり、下記の(1)～(8)の条件を満足する銅合金(以下「第7銅合金」という)を提案する。この第7銅合金にあつては、上記条件に加えて、更に、下記の(9)～(16)の条件を満足することが好ましい。また、第7銅合金が切削加工を必要とするものである場合には、これらの条件に加えて、更に(17)の条件を満足することが好ましい。

[0019] 本発明は、第8に、第5銅合金の構成元素にSn、As及びSbから選択した1種以上の元素とAl、Mn及びMgから選択した1種以上の元素とを更に含有させた組成をなすものであって、Cu:69～88mass% (好ましくは70～84mass%、より好ましくは71.5～79.5mass%、最適には73～79mass%)と、Si:2～5mass% (好ましくは2.2～4.8mass%、より好ましくは2.5～4.5mass%、最適には2.7～3.7mass%)と、Zr:0.0005～0.04mass% (好ましくは0.0008～0.029mass%、より好ましくは0.001～0.019mass%、更に好ましくは0.0025～0.014mass%、最適には0.004～0.0095mass%)と、P:0.01～0.25mass% (好ましくは0.02～0.2ma

ss%、より好ましくは0.03～0.16mass%、最適には0.04～0.12mass%)と、Pb:0.005～0.45mass%(好ましくは0.005～0.2mass%、より好ましくは0.005～0.1mass%)、Bi:0.005～0.45mass%(好ましくは0.005～0.2mass%、より好ましくは0.005～0.1mass%)、Se:0.03～0.45mass%(好ましくは0.05～0.2mass%、より好ましくは0.05～0.1mass%)及びTe:0.01～0.45mass%(好ましくは0.03～0.2mass%、より好ましくは0.05～0.1mass%)から選択された1種以上の元素と、Sn:0.05～1.5mass%(好ましくは0.1～0.9mass%、より好ましくは0.2～0.7mass%、最適には0.25～0.6mass%)、As:0.02～0.25mass%(好ましくは0.03～0.15mass%)及びSb:0.02～0.25mass%(好ましくは0.03～0.15mass%)から選択された1種以上の元素と、Al:0.02～1.5mass%(好ましくは0.1～1.2mass%)、Mn:0.2～4mass%(好ましくは0.5～3.5mass%)及びMg:0.001～0.2mass%から選択された1種以上の元素と、Zn:残部とからなり、下記の(1)～(8)の条件を満足する銅合金(以下「第8銅合金」という)を提案する。この第8銅合金にあつては、上記条件に加えて、更に、下記の(9)～(16)の条件を満足することが好ましい。第8銅合金が切削加工を必要とするものである場合には、これらの条件に加えて、更に(17)の条件を満足することが好ましい。

- [0020] なお、以下の説明において、[a]は元素aの含有量値を示すものであり、元素aの含有量は[a]mass%で表現される。例えば、Cuの含有量は[Cu]mass%とされる。また、[b]は相bの面積率による含有量値を示すものであり、相bの含有量(面積率)は[b]%で表現される。例えば、 $\alpha$ 相の含有量(面積率)は[ $\alpha$ ] %で表現される。また、各相bの含有量たる面積率は、画像解析により測定されるものであり、具体的には、200倍の光学顕微鏡組織を画像処理ソフト「WinROOF」(株式会社テックジャム)で2値化することにより求められるもので、3視野で測定された面積率の平均値である。
- (1)  $f_0 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] + 0.5([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}]) - 0.5([\text{Sn}] + [\text{As}] + [\text{Sb}]) - 1.8[\text{Al}] + 2[\text{Mn}] + [\text{Mg}] = 61 \sim 71$  (好ましくは  $f_0 = 62 \sim 69.5$ 、より好ましくは  $f_0 = 62.5 \sim 68.5$ 、最適には  $f_0 = 64 \sim 67$ ) であること。なお、 $f_0$ において、含有しない元素aについては[a]=0とする。
- (2)  $f_1 = [\text{P}] / [\text{Zr}] = 0.7 \sim 200$  (好ましくは  $f_1 = 1.2 \sim 100$ 、より好ましくは  $f_1 = 2$

. 3～50、最適には $f1=3.5\sim30$ )であること。

(3)  $f2=[Si]/[Zr]=75\sim5000$  (好ましくは $f2=120\sim3000$ 、より好ましくは $f2=180\sim1500$ 、最適には $f2=300\sim900$ )であること。

(4)  $f3=[Si]/[P]=12\sim240$  (好ましくは $f3=16\sim160$ 、より好ましくは $f3=20\sim120$ 、最適には $f3=25\sim80$ )であること。

(5)  $\alpha$ 相と $\kappa$ 相及び／又は $\gamma$ 相とを含有し且つ $f4=[\alpha]+[\gamma]+[\kappa]\geq 85$  (好ましくは $f4\geq 95$ )であること。なお、 $f4$ において、含有しない相 $b$ については $[b]=0$ とする。

(6)  $f5=[\gamma]+[\kappa]+0.3[\mu]-[\beta]=5\sim95$  (好ましくは $f5=10\sim70$ 、より好ましくは $f5=15\sim60$ 、最適には $f5=20\sim45$ )であること。なお、 $f5$ において、含有しない相 $b$ については $[b]=0$ とする。

(7) 溶融固化時のマクロ組織での平均結晶粒径が $200\mu m$ 以下 (好ましくは $150\mu m$ 以下、より好ましくは $100\mu m$ 以下、最適には $50\mu m$ 以下)であること。ここに、溶融固化時のマクロ組織 (又はミクロ組織) での平均結晶粒径とは、鑄造 (金型鑄造、砂型鑄造、横型連続鑄造、アップワード (アップキャスト)、半溶融鑄造、半溶融鍛造、溶融鍛造等の従来公知の各種鑄造法による鑄造を含む) 又は溶接、溶断により溶融固化させた後であって変形加工 (押出及び圧延等) や加熱処理が一切施されていない状態におけるマクロ組織 (又はミクロ組織) の結晶粒径の平均値をいう。なお、この明細書の中で使用される「鑄物」ないし「鑄造物」という語は、完全に、又は一部が溶解して凝固した物を意味し、圧延や押出用のインゴット、スラブ、ビレットを始め、例えば、砂型鑄物、金型鑄物、低圧鑄造鑄物、ダイキャスト、ロストワックス、セミソリッド鑄造 (例えば、チクソーキャスティング、レオキャスティング)、半溶融成形物、スクイズ、遠心鑄造、連続鑄造鑄物 (例えば、横型連続鑄造、アップワード、アップキャストで作られた棒材、中空棒材、異形棒材、異形中空棒材、コイル材、線材等)、溶融鍛造 (直接鍛造)、溶射、肉盛、ライニング、オーバレイによる鑄物を挙げることができる。さらに、溶接についても、母材の一部を溶かし、凝固させて、繋ぎ合わせるものであるから、広義において、鑄物に含まれるものと理解されるべきである。

(8)  $f6=[Cu]-3.5[Si]-3[P]+3([Pb]+0.8([Bi]+[Se])+0.6[Te])^{1/2}$

$\geq 62$  (好ましくは  $f6 \geq 63.5$ ) であり且つ  $f7 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] - 3([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}])^{1/2} \leq 68.5$  (好ましくは  $f7 \leq 67$ ) であること。なお、 $f6$ ,  $f7$  において、含有しない元素  $a$  については  $[a] = 0$  とする。

(9)  $f8 = [\gamma] + [\kappa] + 0.3[\mu] - [\beta] + 25([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}])^{1/2} \geq 10$  (好ましくは  $f8 \geq 20$ ) であり且つ  $f9 = [\gamma] + [\kappa] + 0.3[\mu] - [\beta] - 25([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}])^{1/2} \leq 70$  (好ましくは  $f9 \leq 50$ ) であること。なお、 $f7$ ,  $f8$  において、含有しない元素  $a$  又は相  $b$  については  $[a] = 0$  又は  $[b] = 0$  とする。

(10) 溶融固化時における初晶が  $\alpha$  相であること。

(11) 溶融固化時において包晶反応が生じるものであること。

(12) 溶融固化時においては、デンドライト・ネットワークが分断された結晶構造をなし、且つ結晶粒の二次元形態が円形状、円形に近い非円形状、楕円形状、十字形状、針形状又は多角形状をなしていること。

(13) マトリックスの  $\alpha$  相が微細に分断されており且つ  $\kappa$  相及び／又は  $\gamma$  相がマトリックスに均一に分散していること。

(14) 固相率 30～80% の半溶融状態において、少なくともデンドライト・ネットワークが分断された結晶組織をなし且つ固相の二次元形態が円形状、円形に近い非円形状、楕円形状、十字形状又は多角形状をなすこと。

(15) 固相率 60% の半溶融状態において、固相の平均結晶粒径が  $150 \mu\text{m}$  以下 (好ましくは  $100 \mu\text{m}$  以下、より好ましくは  $50 \mu\text{m}$  以下、最適には  $40 \mu\text{m}$  以下) であること及び／又は当該固相の平均最大長が  $200 \mu\text{m}$  以下 (好ましくは  $150 \mu\text{m}$  以下、より好ましくは  $100 \mu\text{m}$  以下、最適には  $80 \mu\text{m}$  以下) であること。

(16) Pb 又は Bi が含有されている場合にあつては、微細で大きさの揃った Pb 粒子又は Bi 粒子がマトリックスに均一に分散していること。具体的には、Pb 粒子又は Bi 粒子の平均粒径が  $1 \mu\text{m}$  以下 (但し、最大粒径が  $3 \mu\text{m}$  (好ましくは  $2 \mu\text{m}$ ) を超えない) であることが好ましい。

(17) すくい角:  $-6^\circ$  及びノーズ半径:  $0.4\text{mm}$  のバイトを使用した旋盤により、乾式で、切削速度:  $80 \sim 160\text{m/min}$ 、切込み深さ:  $1.5\text{mm}$  及び送り速度:  $0.11\text{mm/}$

rev. の条件で切削した場合において生成する切屑が台形若しくは三角形をなす小片形状(図5(A))、長さ25mm以下のテープ形状(同図5(B))又は針形状(同図(C))をなすこと。

[0021] 而して、第1～第8銅合金にあつて、Cuは当該銅合金の主元素であり、工業用材料としての耐食性(耐脱亜鉛腐食性、耐応力腐食割れ性)及び機械的特性を確保するためには69mass%以上含有させる必要がある。しかし、Cu含有量が88mass%を超えると、強度、耐摩耗性が低下し、後述するZr及びPの共添による結晶粒の微細化効果を妨げる虞れがある。これらの点を考慮すれば、Cu含有量は69～88mass%であることが必要であり、70～84mass%としておくことが好ましく、71.5～79.5mass%としておくことがより好ましく、最適には73～79mass%としておくのがよい。さらに、結晶粒の微細化を図るためには、他の含有元素との関係を重視する必要がある、(1)の条件を満足することが必要である。すなわち、Cu及びその他の構成元素の含有量相互に、 $f_0 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] + 0.5([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}]) - 0.5([\text{Sn}] + [\text{As}] + [\text{Sb}]) - 1.8[\text{Al}] + 2[\text{Mn}] + [\text{Mg}] = 61 \sim 71$ の関係が成立することが必要であり、 $f_0 = 62 \sim 69.5$ であることが好ましく、 $f_0 = 62.5 \sim 68.5$ であることがより好ましく、 $f_0 = 64 \sim 67$ であることが最適である。なお、 $f_0$ の下限値は初晶が $\alpha$ 相であるか否かに関する値でもあり、 $f_0$ の上限値は、包晶反応に関する値でもある。

[0022] 第1～第8銅合金にあつて、Znは、Cu、Siと共に、当該銅合金の主元素であり、合金の積層欠陥エネルギーを下げ、包晶反応を生じさせ、熔融固化物の結晶粒の微細化作用、溶湯の流動性向上並びに融点低下作用、Zrの酸化損失の防止作用、耐食性向上作用及び被削性向上作用を有する他、引張強さ、耐力、衝撃強さ及び疲労強等の機械的強度を向上させる働きがある。かかる点を考慮して、Znの含有量は、各構成元素の含有量を差し引いた残部とする。

[0023] 第1～第8銅合金にあつて、Siは、Zr、P、Cu及びZnと共添させると、合金の積層欠陥エネルギーを下げ、包晶反応に与る組成範囲を広げ、顕著な結晶粒微細化効果を発揮する元素である。その添加量は2%以上で効果を発揮する。しかし、Siを5%を超えて添加しても、Cu、Znとの共添による結晶粒微細化作用は飽和するか、逆

に低下する傾向にあり、更には延性の低下をきたす。また、Si含有量が5%を超えると、熱伝導性が低下し、凝固温度範囲が広くなって、鑄造性が悪くなる虞れがある。また、Siには溶湯の流動性を向上させ、溶湯の酸化を防ぎ、融点を下げる作用がある。また、耐食性、特に耐脱亜鉛腐食性及び耐応力腐食割れ性を向上させる作用がある。更には、被削性の向上と、引張り強さ、耐力、衝撃強さ、疲労強度などの機械的強度の向上に寄与する。これらの作用が、鑄物の結晶粒の微細化について相乗効果を生み出す。これらのSi添加機能が効果的に発揮されるには、Siの含有量は、(1)を満足することを条件として、2～5mass%としておく必要があり、2. 2～4. 8mass%としておくことが好ましく、2. 5%～4. 5%としておくことが好ましく、2. 7～3. 7mass%としておくのが最適する。

[0024] 第1～第8銅合金にあつて、Zr及びPは、銅合金結晶粒の微細化、特に溶融固化時の結晶粒の微細化を図ることを目的として共添されるものである。すなわち、Zr及びPは、単独では、他の一般的な添加元素と同様、銅合金結晶粒の微細化を僅かに図ることができるにすぎないが、共存状態で極めて有効な結晶粒の微細化機能を発揮するものである。

[0025] このような結晶粒の微細化機能は、Zrについては0. 0005mass%以上で発揮され、0. 0008mass%以上で効果的に発揮され、0. 001mass%以上で顕著に発揮され、0. 0025mass%以上でより顕著に発揮され、0. 004mass%以上で極めて顕著に発揮されることになり、Pについては0. 01mass%以上で発揮され、0. 02mass%以上で顕著に発揮され、0. 03mass%以上でより顕著に発揮され、0. 04mass%以上で極めて顕著に発揮されることになる。

[0026] 一方、Zr添加量が0. 04mass%に達し、またP添加量が0. 25mass%に達すると、他の構成元素の種類、含有量に拘わらず、Zr及びPの共添による結晶粒の微細化機能は完全に飽和することになる。したがって、かかる機能を効果的に発揮させるに必要なZr及びPの添加量は、Zrについては0. 04mass%以下であり、Pについては0. 25mass%以下であることが必要である。なお、Zr及びPは、それらの添加量が上記した範囲で設定される微量であれば、他の構成元素によって発揮される合金特性を阻害することがなく、例えば、Snを含有する場合にも、結晶粒の微細化により、 $\gamma$

相に優先配分される高Sn濃度部分を連続したものでなくマトリックス内に均一に分布させることができ、その結果、鑄造割れを防止でき、ざく巣、引け巣、ブローホール、ミクロポロシティの少ない健全な鑄造物を得ることができ、更に鑄造後に行う冷間抽伸や冷間伸線の加工性能を向上させることができ、当該合金の特性を更に向上させることができる。なお、工業的に極く微量のZrを添加する観点からは、Zrを0.019mass%を超えて添加しても、結晶粒の微細化効果がより一層発揮されるものではなく、0.029mass%を超えると、むしろ、結晶粒の微細化効果が損なわれる虞れがあり、0.04mass%を超えると、明らかに結晶粒の微細化効果が喪失する。

[0027] なお、Zrは非常に酸素との親和力が強いものであるため、大気中で溶融させる場合やスクラップ材を原料として使用する場合には、Zrの酸化物、硫化物となり易く、Zrを過剰に添加すると、溶湯の粘性が高められて、鑄造中に酸化物、硫化物の巻き込み等による鑄造欠陥を生じ、ブローホールやミクロポロシティが発生し易くなる。これを避けるために真空や完全な不活性ガス雰囲気中で溶解、鑄造させることも考えられるが、このようにすると、汎用性がなくなり、Zrを専ら微細化元素として添加する銅合金において大幅なコストアップとなる。かかる点を考慮すると、酸化物、硫化物としての形態をなさないZrの添加量を0.029mass%以下としておくことが好ましく、0.019mass%以下としておくことがより好ましく、0.014mass%以下としておくことが最も好ましく、0.0095mass%としておくのが最適である。また、Zr量をこのような範囲としておくと、当該銅合金をバージン材を新たに添加することなく再利用材として大気中で溶解した場合（当該再利用材のみからなる原料を使用して鑄造した場合）にも、Zrの酸化物や硫化物の生成が減少し、再び微細結晶粒で構成された健全な第1～第8銅合金を得ることが可能となる。

[0028] これらの点から、Zr添加量は、0.0005～0.04mass%としておくことが必要であり、0.0008～0.029mass%としておくことが好ましく、0.001～0.019mass%としておくことがより好ましく、0.0025～0.014mass%としておくことが最も好ましく、0.004～0.0095mass%としておくのが最適である。

[0029] また、Pは、上述した如くZrとの共添により結晶粒の微細化機能を発揮させるために含有されるものであるが、耐蝕性、鑄造性等にも影響を与えるものである。したがって

、Zrとの共添による結晶粒の微細化機能に加えて、耐蝕性、鑄造性等に与える影響を考慮すると、P添加量は0.01～0.25mass%としておくことが必要であり、0.02～0.2mass%としておくことが好ましく、0.03～0.16mass%としておくことがより好ましく、0.04～0.12mass%としておくのが最適である。なお、PはZrとの関係が重要であるが、0.25mass%を超えて添加しても、微細化効果は少なく、却って延性を損なうので望ましくはない。

[0030] 而して、Zr, Pの共添による結晶粒の微細化効果は、Zr, Pの含有量を上記した範囲で個々に決定するのみでは発揮されず、これらの含有量相互において(2)の条件を満足することが必要である。結晶粒の微細化は、融液から晶出する初晶の $\alpha$ 相の核生成速度が、デンドライト結晶の成長速度を遥かに上回ることによって達成されるが、かかる現象を発生させるには、Zr, Pの添加量を個々に決定するのみでは不十分であり、その共添割合( $f_1 = [P]/[Zr]$ )を考慮する必要がある。Zr, Pの含有量を適正な範囲において適正な添加割合となるように決定しておくことにより、Zr, Pの共添機能ないし相互作用によって初晶 $\alpha$ 相の結晶生成を著しく促進させることができ、その結果、当該 $\alpha$ 相の核生成がデンドライト結晶の成長を遥かに上回ることになるのである。Zr, Pの含有量が適正範囲にあり且つそれらの配合比率( $[P]/[Zr]$ )が量論的である場合、数十ppm程度の微量なZr添加により、 $\alpha$ 相の結晶中に、Zr, Pの金属間化合物(例えば $ZrP$ ,  $ZrP_{1-x}$ )を生成することがあり、当該 $\alpha$ 相の核生成速度は、 $[P]/[Zr]$ の値 $f_1$ が0.7～200となることによって高められ、その程度は $f_1 = 1.2 \sim 100$ となることによって更に高められ、 $f_1 = 2.3 \sim 50$ となることにより著しく高められ、 $f_1 = 3.5 \sim 30$ となることにより飛躍的に高められることになる。すなわち、ZrとPとの共添割合 $f_1$ は結晶粒の微細化を図る上で重要な要素であり、 $f_1$ が上記した範囲にあれば、熔融固化時の結晶核生成が結晶成長を大きく上回ることになる。さらに、結晶粒が微細化されるためには、Zr, PとSiとの共添量割合( $f_2 = [Si]/[Zr]$ 及び $f_3 = [Si]/[P]$ )も十分当然重要であり、考慮する必要がある。

[0031] そして、熔融固化が進行し、固相の割合が増してくると、結晶成長が頻繁に行われ始め、一部で結晶粒の合体も生じ始め、通例、 $\alpha$ 相結晶粒は大きくなっていく。ここで、熔融物が固化する過程において包晶反応が生じると、固化されずに残っている



融液と固相  $\alpha$  相とが固液反応し、固相の  $\alpha$  相を食いながら  $\beta$  相が生成する。その結果として、 $\alpha$  相が  $\beta$  相に包み込まれて、 $\alpha$  相の結晶粒自体の大きさもより小さくなっていき且つその形状も角の取れた楕円形状になっていく。固相がこのような微細で楕円形状になれば、ガスも抜け易くなり、固化するときの凝固収縮に伴う割れに対する耐性を持ち、引けも滑らかに生じて、常温での強度、耐食性等の諸特性にも好影響をもたらす。当然、固相が微細な楕円形状であれば、流動性がよく半熔融凝固法に最適であり、凝固の最終段階で微細な楕円形状の固相と融液とが残っておれば、複雑な形状のモールドであっても、隅々まで固相と融液とが十分に供給され、形状の優れた鋳物ができる。すなわち、ニアネットシェイプまで成形される。なお、包晶反応に与るかどうかは、実用上平衡状態とは異なり一般的には平衡状態より広い組成で生じる。ここで関係式  $f_0$  が重要な役割を果たし、 $f_0$  の上限値が、主として、熔融固化後の結晶粒の大きさと包晶反応とに与える尺度に関わる。 $f_0$  の下限値は、主として、熔融固化後の結晶の大きさと初晶が  $\alpha$  相であるかどうかの境界値とに関わるものである。 $f_0$  が前述した好ましい範囲 ( $f_0 = 62 \sim 69.5$ )、より好ましい範囲 ( $f_0 = 62.5 \sim 68.5$ )、最適な範囲 ( $f_0 = 64 \sim 67$ ) となるに従って、初晶  $\alpha$  相の量が増え、非平衡反応で生じる包晶反応がより活発に生じ、結果として常温で得られる結晶粒はより小さくなっていく。

- [0032] これら一連の熔融固化現象は、当然、冷却速度に依存する。すなわち、冷却速度が  $10^5$  °C/秒以上のオーダーの急冷では、結晶の核生成を行うには、その時間がないので結晶粒が微細化されない虞れがあり、逆に、 $10^{-3}$  °C/秒以下のオーダーのゆっくりした冷却速度では、結晶成長或いは結晶粒の合体が促進されるため、結晶粒は微細化されない虞れがある。また、平衡状態に近づくので、包晶反応に与る組成範囲も小さくなる。より好ましくは、熔融固化段階での冷却速度が  $10^{-2} \sim 10^4$  °C/秒の範囲となることであり、最も望ましくは  $10^{-1} \sim 10^3$  °C/秒の範囲となることである。このような冷却速度の範囲のなかでも、より上限に近い冷却速度となる程、結晶粒が微細化される組成領域が広がり、結晶粒はより微細化されることになる。包晶反応で生成する  $\beta$  相には、結晶粒成長抑制作用があるが、さらに、高温で  $\beta$  相が消滅することなく固相内反応によって、 $\kappa$  相および/又は  $\gamma$  相が析出、生成し、それら

相の占める割合が多くなると、結晶成長を抑制するばかりか、さらに $\alpha$ 結晶粒をより微細にする。そのための条件式が $f4 = [\alpha] + [\gamma] + [\kappa]$ および $f5 = [\gamma] + [\kappa] + 0.3[\mu] - [\beta]$ であり、 $f5$ が前述した好ましい範囲( $f5 = 10 \sim 70$ )、より好ましい範囲( $f5 = 15 \sim 60$ )、最適な範囲( $f5 = 20 \sim 45$ )となるに従って、結晶粒はより微細化されることになる。条件(8)における $f6$ 、 $f7$ は $f0$ と類似の計算式であり、(9)における $f8$ は $f5$ と類似の計算式であるので、(8)(9)の条件を満足することは、 $f0$ についての(1)の条件及び $f5$ についての(6)の条件を満足することに繋がる。なお、本発明で特定する組成範囲のCu-Zn-Si合金で形成される、 $\kappa$ 相、 $\gamma$ 相は、Siリッチな硬質相であるが、これらの $\kappa$ 相、 $\gamma$ 相は切削加工時の応力集中源となり、厚みの薄いせん断型の切屑を生成し、分断された切屑が得られる。また同時に結果的に低い切削抵抗値を示す。したがって、被削性改善元素である軟質のPb粒子やBi粒子の存在が無くても(Pb、Bi等の被削性改善元素を含有していなくても)、 $\kappa$ 相、 $\gamma$ 相が均一に分布しておれば、工業的に満足しうる被削性が得られる。このようなPb等の被削性改善元素によらない被削性の改善効果を発揮させるための条件が(1)の条件であり、 $f5$ についての(6)の条件である。ところで、近年、高速切削が要求されているが、硬質の $\kappa$ 相、 $\gamma$ 相と軟質のPb粒子やBi粒子とがマトリックスに均一に分散して共存することにより、特に高速切削条件下で飛躍的に相乗効果を発揮する。このような共添効果を発揮するためには、(8)の条件を満足することが必要とされ、更に(9)の条件を満足することが好ましい。

[0033] 以上の点から理解されるように、第1～第8銅合金にあつては、少なくとも(1)～(6)の条件を満足することによって、熔融固化物であっても熱間加工材或いは再結晶材と同等の結晶粒微細化を図ることができるのであり、(10)の条件を満足することによって、結晶粒の更なる微細化を図ることができるのである。さらに、第5～第8銅合金にあつては、(8)の条件(好ましくは、更に(9)の条件)を満足することにより、Pb等の微量添加による被削性向上を図りつつ結晶粒の微細化を図ることができる。なお、 $\kappa$ 相、 $\gamma$ 相は $\alpha$ 相よりSi濃度が高い相であり、これら3相で100%に達しないときは、残部は、一般的には、 $\beta$ 相、 $\mu$ 相及び $\delta$ 相のうちの少なくとも1つの相が含まれる。

[0034] 第5～第8銅合金にあつて、Pb、Bi、Sc、Tcは、周知のように、被削性を向上させる

と共に、軸受等の摩擦係合部材にあつては相手部材との馴染み性及び摺動性を向上させて優れた耐摩耗性を発揮させる。かかる機能が発揮されるには、Pb等の大量添加を要するものであるが、結晶粒の微細化と相俟って(8)の条件が満足されることによつて、Pb等を大量添加させずとも、上記した微量な範囲で添加させることにより、工業的に満足しうる被削性を確保することができる。このようなPb等の微量添加による被削性の更なる向上を図るためには、(8)の条件に加えて(9)(16)の条件を満足させることが好ましい。このような条件が満足されることにより、結晶粒の微細化と相俟って、Pb等の粒子がより微細且つ均一な大きさにマトリックスに分散配置されることにより、Pb等の大量添加を必要とせずとも、被削性を向上させることができる。その効果は、被削性に有効な本組成範囲で形成される硬質の $\kappa$ 相、 $\gamma$ 相及び未固溶軟質のPb、Biの存在と相俟って、特に高速切削条件下において顕著に発揮される。一般には、Pb、Bi、Se、Teを単独で添加させるか、Pb及びTe、Bi及びSe又はBi及びTeの何れかの組み合わせで共添される。このような点から、(8)等を満足することを条件として、Pbの添加量は0.005～0.45mass%としておく必要があり、0.005～0.2mass%としておくことが好ましく、0.005～0.1mass%としておくことがより好ましい。また、Biの添加量は0.005～0.45mass%としておく必要があり、0.005～0.2mass%としておくことが好ましく、0.005～0.1mass%としておくことがより好ましい。また、Seの添加量は0.03～0.45mass%としておく必要があり、0.05～0.2mass%としておくことが好ましく、0.05～0.1mass%としておくことがより好ましい。また、Teの添加量は0.01～0.45mass%としておく必要があり、0.03～0.2mass%としておくことが好ましく、0.05～0.1mass%としておくことがより好ましい。

[0035] ところで、Pb、Biは常温で固溶せず、Pb粒子又はBi粒子として存在するばかりでなく、溶融固化段階においても溶融状態で粒状に分布し且つ固相間に存在することになり、これらのPb、Biの粒子が多い程、溶融固化段階での割れが生じ易くなる(凝固による収縮に伴って引張応力が発生することによる)。さらに、Pb、Biは、固化後においても、主として粒界に溶融状態で存在するため、これらの粒子が多いと、高温割れが生じ易い。かかる問題を解決するためには、結晶粒を微細化して応力を緩和し(及び粒界面積を大きくし)、更にこれらPb、Biの粒子を小さくし且つ均一に分布させるこ

とが極めて有効である。また、Pb, Biは被削性を除いて、上記した如く銅合金特性に悪影響を及ぼすものであり、常温の延性についても、Pb, Bi粒子に応力が集中することによって延性も損なわれる(結晶粒が大きい場合、相乗的に延性が損なわれることはいうまでもない)。このような問題についても、結晶粒の微細化によって解決することができることに注目すべきである。

- [0036] 第2、第4、第6及び第8銅合金にあつて、Sn, As, Sbは、主として、耐潰蝕性、耐蝕性(特に、耐脱亜鉛腐蝕性)を向上させるために添加される。このような機能は、Snについては0.05mass%以上、Sb, Asについては、0.02mass%以上添加することによって発揮される。しかし、Sn, As, Sbを一定量を超えて添加させても、その添加量に見合う効果が得られず、却って延性が低下することになる。また、Snは、単独では微細化効果に与える影響は少ないが、Zr及びPの存在下では結晶粒の微細化機能を発揮する。Snは機械的性質(強度等)、耐蝕性、耐摩耗性を向上させるものであり、更に、デンドライトアームを分断させ、包晶反応を生じさせるCu又はZnの組成領域を広げてより効果的な包晶反応を遂行させる機能を有し、合金の積層欠陥エネルギーを減少させ、その結果、結晶粒の粒状化及び微細化をより効果的に実現させるものでもある。Snは低融点金属で、少量の添加でもSnの濃化相あるいは濃化部分を形成し、铸造性を阻害させる。ところがZr, Pの添加の下で、Snを添加するとSnによる結晶粒微細化効果も相俟って結晶粒が微細化されることにより、Snの濃化部分が形成されるにもかかわらず、その濃化相が均一に分散され、铸造性や延性を大きく損なわずに、優れた耐潰食性を示す。その耐潰食性効果を発揮するためにはSn添加量が0.05%以上必要であり、好ましくは0.1%以上、より好ましくは0.25%以上必要である。一方、Sn添加量が1.5%を超えると、如何に結晶粒が微細化されても、铸造性や常温での延性に問題が生じ、好ましくは0.9%以下、より好ましくは0.7%以下であり、最適には0.6%以下である。Snの添加量は0.05~1.5mass%としておく必要があり、0.1~0.9mass%としておくことが好ましく、0.2~0.7mass%としておくことがより好ましく、0.25~0.6mass%としておくことが最適である。また、As, Sbの添加量は、人体に悪影響を及ぼす有毒性をも効力して、0.02~0.25mass%としておく必要があり、0.03~0.15mass%としておくことが好ましい。

[0037] 第3、第4、第7及び第8銅合金にあつて、Al, Mn, Mgは、主として、強度向上、湯流れ性向上、脱酸、脱硫効果、高速流速下での耐潰蝕性の向上及び耐摩耗性の向上を図るために添加される。さらに、Alは鋳物表面に強固なAl-Snの耐蝕性皮膜を形成して、耐摩耗性を向上させる。また、MnもSnとの間で耐蝕性皮膜を生成する効果がある。またMnは合金中のSiと結合してMn-Siの金属間化合物(原子比で1:1又は2:1)を形成し、合金の耐摩耗性を向上させる効果を持つ。ところで、銅合金原料の一部としてスクラップ材(廃棄伝熱管等)が使用されることが多く、かかるスクラップ材にはS成分(硫黄成分)が含まれていることが多いが、溶湯にS成分が含まれていると、結晶粒微細化元素であるZrが硫化物を形成して、Zrによる有効な結晶粒微細化機能が喪失される虞れがあり、更に、湯流れ性を低下させて、ブローホールや割れ等の鋳造欠陥が生じ易くなる。Mgは、耐蝕性向上機能に加えて、このようなS成分を含有するスクラップ材を合金原料として使用する場合にも鋳造時における湯流れ性を向上させる機能を有する。また、Mgは、S成分をより無害なMgSの形態で除去することができ、このMgSはそれが仮に合金に残留したとしても耐蝕性に有害な形態でなく、原料にS成分が含まれていることに起因する耐蝕性低下を効果的に防止できる。また、原料にS成分が含まれていると、Sが結晶粒界に存在し易く粒界腐蝕を生じる虞れがあるが、Mg添加により粒界腐蝕を効果的に防止することができる。また、Al, Mnも、Mgに比しては劣るものの、溶湯に含まれるS成分を除去する作用がある。また、溶湯中の酸素量が多いと、Zrが酸化物を形成して結晶粒の微細化機能が喪失される虞れがあるが、Mg, Al, Mnは、このようなZrの酸化物形成をも防止する効果も発揮する。このような点を考慮して、Al, Mn, Mgの含有量は前述した範囲とされる。なお、溶湯のS濃度が高くなって、ZrがSによって消費される虞れがあるが、Zr装入前に、溶湯に0.001mass%以上のMgを含有させておくと、溶湯中のS成分がMgSの形で除去され或いは固定されることから、かかる問題を生じない。ただし、Mgを0.2mass%を超えて過剰に添加すると、Zrと同様に酸化して、溶湯の粘性が高められ、酸化物の巻き込み等による鋳造欠陥を生じる虞れがある。これらの点と強度、耐潰蝕性、耐摩耗性の向上とを合わせて考えると、Alの添加量は0.02~1.5mass%としておく必要があり、0.1~1.2mass%としておくことが好ましい。また、Mnの添加

量は、合金中のSiとMnSiの金属間化合物(原子比で1:1又は2:1)の形成による耐磨耗性の向上効果を合わせて考えると、0.2~4mass%としておく必要があり、0.5~3.5mass%としておくことが好ましい。Mgは0.001~0.2mass%添加させておく必要がある。

[0038] 第1~第8銅合金にあつては、Zr及びPを添加させることにより結晶粒の微細化を実現し、(7)の条件が満足されることにより、つまり溶融固化時のマクロ組織での平均結晶粒径が200  $\mu$  m以下(好ましくは150  $\mu$  m以下、より好ましくは100  $\mu$  m以下、最適にはミクロ組織において50  $\mu$  m以下)としておくことにより、高品質の鋳物を得ることができ、横型連続鋳造やアップワード(アップキャスト)等の連続鋳造による鋳物の提供及びその実用も可能となる。結晶粒が微細化していない場合、鋳物特有のデンドライト組織の解消や $\kappa$ 相、 $\gamma$ 相の分断、細分化等を図るために複数回の熱処理が必要となり、また結晶粒が粗大化しているために表面状態が悪くなるが、結晶粒が上記した如く微細化されている場合には、偏析もミクロ的なものにすぎないから、このような熱処理を行なう必要がなく、表面状態も良好となる。さらに、 $\kappa$ 相、 $\gamma$ 相は、主として、 $\alpha$ 相との相境界に存在するため、結晶粒が微小で且つ均一に分散されている程、それらの相長さは短くなるから、 $\kappa$ 相、 $\gamma$ 相を分断するための格別の処理工程は必要としないか或いは必要とするとしてもその処理工程を最小限とすることができる。このように、製造に必要な工程数を大幅に削減して、製造コストを可及的に低減させることができる。なお、(7)の条件が満足されることにより、次のような問題が生じず、優れた銅合金特性が発揮される。すなわち、 $\kappa$ 相、 $\gamma$ 相の分布が不均一である場合には、マトリックスの $\alpha$ 相との強度差により割れが生じ易く、常温での延性も損なわれる。また、PbやBiの粒子は本来的に $\alpha$ 相との境界や粒界に存在するものであるから、相が大きい場合には凝固割れが生じ易く、常温での延性も損なわれる。

[0039] また、(13)の条件(第5~第8銅合金にあつては、更に(16)の条件)を満足して、 $\kappa$ 相、 $\gamma$ 相やPb、Bi粒子が大きさの揃った微細形状でマトリックスに均一に分布しておれば、当然に冷間加工性が向上することになるから、第1~第8銅合金鋳物は、カシメ加工を必要とする用途(例えば、ホースニップルにあつては、設置工事時にカシメ加工を施されることがある)にも好適に使用することができる。

[0040] また、第1～第8銅合金鋳物にあつては、原料にスクラップ材を使用することがあるが、かかるスクラップ材を使用する場合、不可避免的に不純物が含有されることがあり、実用上、許容される。しかし、スクラップ材がニッケル鍍金材等である場合において、不可避不純物としてFe及び／又はNiが含有されるときには、それらの含有量を制限する必要がある。すなわち、これらの不純物の含有量が多いと、結晶粒の微細化に有用なZr及びPが、Fe及び／又はNiによって消費され、たとえZr、Pが過剰添加されていたとしても、結晶粒の微細化作用を阻害する不都合があるからである。したがって、Fe及びNiの何れかが含有される場合には、その含有量を0.3mass%以下(好ましくは0.2mass%以下、より好ましくは0.1mass%以下、最適には0.05mass%以下)に制限しておくことが好ましい。また、Fe及びNiが共に含有される場合には、それらの合計含有量が0.35mass%以下(好ましくは0.25mass%以下、より好ましくは0.15mass%以下、最適には0.07mass%以下)に制限しておくことが好ましい。

[0041] 好ましい実施の形態にあつて、第1～第8銅合金は、例えば、鋳造工程で得られる鋳造物又はこれに更に一回以上の塑性加工を施した塑性加工物として提供される。

[0042] 鋳造物は、例えば、横型連続鋳造法、アップワード法又はアップキャスト法により鋳造された線材、棒材又はホローバーとして提供され、またニアネットシェイプに鋳造されたものとして提供される。さらに、鋳物、半溶融鋳物、半溶融成形物、溶湯鍛造物又はダイキャスト成形物としても提供される。この場合、(14)(15)の条件を満足することが好ましい。半溶融状態において固相が粒状化しておれば、当然に、半溶融鋳造性に優れることになり、良好な半溶融鋳造を行うことができる。また、最終凝固段階での固相を含んだ融液の流動性は、主として、半溶融状態での固相の形状と液相の粘性ないし液相の組成とに依存するが、鋳造による成形性の良否(高精度や複雑な形状が要求される場合にも健全な鋳物を鋳造できるか否か)については、前者(固相の形状)による影響度が大きい。すなわち、半溶融状態において固相がデンドライトのネットワークを形成し始めておれば、その固相を含んだ融液は隅々に行き渡り難いことから、鋳造による成形性は劣ることとなり、高精度鋳物や複雑形状鋳物を得ることは困難である。一方、半溶融状態における固相が粒状化しており、それが球状化(二次

元形態においては円形)に近いものである程、更に粒径が小さいものである程、半溶融 casting 性を含む casting 性に優れることになり、健全な高精度 casting 物や複雑形状 casting 物を得ることができる(高品質の半溶融 casting 物を当然に得ることができる)。したがって、半溶融状態における固相の形状を知ることによって半溶融 casting 性を評価することができ、半溶融 casting 性の良否によって、これ以外の casting 性(複雑形状 casting 性、精密 casting 性及び溶融鍛造性)の良否を確認することができる。一般的には、固相率30~80%の半溶融状態において、少なくともデンドライト・ネットワークが分断された結晶組織をなし且つ固相の2次元形態が円形状、円形に近い非円形状、楕円形状、十字形状又は多角形状をなす場合には、半溶融 casting 性が良好であるということができ、更に、特に固相率60%の半溶融状態において、当該固相の平均結晶粒径が150  $\mu\text{m}$ 以下(好ましくは100  $\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは50  $\mu\text{m}$ 以下、最適には40  $\mu\text{m}$ 以下)であること及び固相の平均最大長が300  $\mu\text{m}$ 以下(好ましくは150  $\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは100  $\mu\text{m}$ 以下、最適には80  $\mu\text{m}$ 以下)であることの少なくとも何れかである場合(特に楕円形状にあつては平均的な長辺と短辺との比が3:1以下(好ましくは2:1以下)となる場合)には、半溶融 casting 性に優れるということができる。

[0043] また、塑性加工物は、例えば、熱間押出加工物、熱間鍛造加工物又は熱間圧延加工物として提供される。また、上記した casting 物を抽伸加工又は伸線加工してなる線材、棒材又はホローバーとして提供される。さらに、切削加工により得られる塑性加工物つまり切削加工物として提供される場合にあつては、(17)の条件を満足すること、つまり、すくい角:  $-6^{\circ}$  及びノーズ半径: 0.4mmのバイトを使用した旋盤により、乾式で、切削速度: 80~160m/min、切込み深さ: 1.5mm及び送り速度: 0.11mm/rev. の条件で切削した場合において、台形若しくは三角形をなす小片形状、長さ25mm以下のテープ形状又は針形状をなす切屑が生成することが好ましい。切屑の処理(切屑の回収や再利用等)が容易となり、切屑がバイトに絡み付いたり切削表面を損傷させる等のトラブルを発生することなく、良好な切削加工を行なうことができるからである。

[0044] 第1~第8銅合金は、具体的には、水と常時又は一時的に接触する状態で使用される接水金具として提供される。例えば、ニップル、ホースニップル、ソケット、エルボ



、チーズ、プラグ、ブッシング、ユニオン、ジョイント、フランジ、ストップバルブ、ストレーナー、スリースバルブ、ゲートバルブ、チェックバルブ、グローブバルブ、ダイヤフラムバルブ、ピンチバルブ、ボールバルブ、ニードルバルブ、ミニチュアバルブ、レリーフバルブ、メンコック、ハンドルコック、グランドコック、2方コック、3方コック、4方コック、ガスコック、ボール弁、安全弁、レリーフ弁、減圧弁、電磁弁、スチームトラップ、水道メータ、流量計、給水栓、散水栓、止水栓、自在栓、混合栓、分水栓、カラン、分枝栓、逆止弁、分枝バルブ、フラッシュバルブ、切り替えコック、シャワー、シャワーフック、プラグ、ザルボ、散水ノズル、スプリンクラー、給湯器用伝熱管、熱交換器用伝熱管、ボイラ用伝熱管、トラップ、消化栓弁、送水口、インペラ、インペラ軸若しくはポンプケース又はこれらの構成材として提供される。また、相手部材と常時又は一時的に接触する状態で相対運動する摩擦係合部材としても提供される。例えば、歯車、摺動ブッシュ、シリンダ、ピストンシュウ、支承、ベアリング部品、軸受部材、シャフト、ローラ、ロータリジョイント部品、ボルト、ナット若しくはスクリュー軸又はこれらの構成部材として提供される。さらには、圧力センサ、温度センサ、コネクタ、コンプレッサー部品、キャブレター部品、ケーブル止め金具、携帯電話アンテナ部品又は端子としても提供される。

[0045] また、本発明は、上記した第1～第8銅合金を製造する場合にあって、鑄造工程においては、Zr(より一層の結晶粒の微細化及び安定した結晶粒の微細化を図る目的で含有されるもの)を、これを含有する銅合金物の形態で、鑄込み直前或いは原料溶解の最終段階で添加させることにより、鑄造に際して酸化物及び／又は硫化物の形態でZrが添加されないようにすることを特徴とする被削性、強度、耐摩耗性及び耐蝕性に優れた銅合金鑄物の鑄造方法を提案する。Zrを含有する前記銅合金物としては、Cu-Zr合金若しくはCu-Zn-Zr合金又はこれらの合金をベースとしてP、Mg、Al、Sn、Mn及びBから選択する1種以上の元素を更に含有させたものが好適する。

[0046] すなわち、第1～第8銅合金を鑄造又はその構成素材(被塑性加工材)を鑄造する鑄造工程においては、Zrを粒状物、薄板状物、棒状物又は線状物の形状とした中間合金物(銅合金物)の形態で鑄込み直前に添加させることにより、Zrの添加時にお

けるロスを可及的に少なくして、鑄造に際して酸化物及び／又は硫化物の形態をなしてZrが添加されることにより結晶粒の微細化効果を發揮するに必要且つ十分なZr量が確保できないといった事態が発生しないようにするのである。そして、このようにZrを鑄込み直前に添加する場合、Zrの融点は当該銅合金の融点より800～1000℃高いため、粒状物(粒径:2～50mm程度)、薄板状物(厚み:1～10mm程度)、棒状物(直径:2～50mm程度)又は線状物とした中間合金物であって当該銅合金の融点に近く且つ必要成分を多く含んだ低融点合金物(例えば、0.5～65mass%のZrを含有するCu-Zr合金若しくはCu-Zn-Zr合金又はこれらの合金をベースとして更にP、Mg、Al、Sn、Mn及びBから選択した1種以上の元素(各元素の含有量:0.1～5mass%)を含有させた合金)の形態で使用する事が好ましい。特に、融点を下げて溶解を容易ならしめると共にZrの酸化によるロスを防止するためには、0.5～35mass%のZrと15～50mass%のZnを含有するCu-Zn-Zr合金(より好ましくは1～15mass%のZrと25～45mass%のZnを含有するCu-Zn-Zr合金)をベースとした合金物の形態で使用する事が好ましい。Zrは、これと共に添させるPとの配合割合にもよるが、銅合金の本質的特性である電気・熱伝導性を阻害する元素であるが、酸化物、硫化物としての形態をなさないZr量が0.04mass%以下、特に0.019mass%以下であると、Zrの添加による電気・熱伝導性の低下を殆ど招くことがなく、仮に電気・熱伝導性が低下したとしても、その低下率はZrを添加しない場合に比して極く僅かで済む。

- [0047] また、(7)の条件を満足する第1～第8銅合金を得るためには、鑄造条件、特に鑄込み温度及び冷却速度を適正としておくことが望ましい。すなわち、鑄込み温度については、当該銅合金の液相線温度に対して20～250℃高温(より好ましくは25～150℃高温)となるように決定しておくことが好ましい。すなわち、鑄込み温度は、(液相線温度+20℃) ≤ 鑄込み温度 ≤ (液相線温度+250℃)の範囲で決定しておくことが好ましく、(液相線温度+25℃) ≤ 鑄込み温度 ≤ (液相線温度+150℃)の範囲で決定しておくことがより好ましい。一般的には、合金成分にもよるが、鑄込み温度は1150℃以下であり、好ましくは1100℃以下であり、より好ましくは1050℃以下である。鑄込み温度の下限側は、溶湯がモールドの隅々に充填される限り、特に制限はな

いが、より低い温度で鋳込む程、結晶粒が微細化される傾向となる。なお、これらの温度条件は、合金の配合量によって異なることは理解されるべきである。

### 発明の効果

- [0048] 本発明の銅合金は、溶融固化段階で結晶粒が微細化されるため、凝固の際の収縮に耐えることができ、鋳造割れの発生を少なくすることができる。また、凝固の過程で発生するホールやポロシティについても、外部へ抜け易いため、鋳造欠陥等のない(ざく巣等の鋳造欠陥がなく、デンドライト・ネットワークが形成されていないため表面が滑らかで且つ引け巣が可及的に浅いものとなる)健全な鋳物が得られる。したがって、本発明によれば、極めて実用性に富む鋳造物又はこれを塑性加工した塑性加工物を提供することができる。
- [0049] また、凝固の過程で晶出する結晶は、鋳造組織特有の典型的な樹枝状の形態ではなく、アームが分断された形態、好ましくは、円形、楕円形、多角形、十字形の如き形態である。このため、溶湯の流動性が向上し、薄肉で複雑な形状なモールドの場合でも、その隅々にまで溶湯を行き渡らせることができる。
- [0050] 本発明の銅合金は、結晶粒の微細化、 $\alpha$ 相以外の相(Siによって生じる $\kappa$ 相、 $\gamma$ 相)やPb粒子等の均一分散化により、構成元素によって発揮される被削性、強度、耐摩耗性(摺動性)及び耐蝕性の大幅な向上を図ることができるものであり、水道水等と常時又は一時的に接触する状態で使用される接水金具(例えば、上水道用配管の水栓金具、バルブ・コック類、継手・フランジ類、水栓金具、住設機器・排水器具類、接続金具、給湯器部品等)、相手部材(回転軸等)と常時又は一時的に接触する状態で相対運動する摩擦係合部材(例えば、軸受、歯車、シリンダ、ベアリングリテーナ、インペラ、バルブ、開閉弁、ポンプ類部品、支承等)や圧力センサ、温度センサ、コネクタ、コンプレッサー部品、スクロールコンプレッサー部品、高圧バルブ、空調用バルブ・開閉弁、キャブレター部品、ケーブル止め金具、携帯電話アンテナ部品、端子等又はこれらの構成材として好適に実用することができる。
- [0051] また、本発明の方法によれば、Zrが酸化物及び硫化物の形態で添加されることによる不都合を生じることなく、Zr及びPの共添効果による結晶粒の微細化を実現して、上記した銅合金鋳物を効率よく良好に鋳造することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0052] [図1]実施例の銅合金No. 79のエッチング面(切断面)写真であって、(A)はマクロ組織を示すものであり、(B)はミクロ組織を示すものである。
- [図2]比較例の銅合金No. 228のエッチング面(切断面)写真であって、(A)はマクロ組織を示すものであり、(B)はミクロ組織を示すものである。
- [図3]実施例の銅合金No. 4についての半溶融鑄造性試験における半溶融固化状態の顕微鏡写真である。
- [図4]比較例の銅合金No. 202についての半溶融鑄造性試験における半溶融固化状態の顕微鏡写真である。
- [図5]切削試験で生成した切屑の形態を示す斜視図である。
- [図6]鑄造物C、D、C1又はD1(水道メータ本体)を示す斜視図である。
- [図7]図7に示す鑄造物C、D、C1又はD1(水道メータ本体)の底部を切り取って示す平面図である。
- [図8]実施例の銅合金No. 72である鑄造物Cの内面要部(図7のM部に相当するひけ部)の拡大平面図である。
- [図9]実施例の銅合金No. 72である鑄造物Cの要部断面図(図7のN-N線断面図に相当)である。
- [図10]実施例の銅合金No. 73である鑄造物Cの内面要部(図7のM部に相当するひけ部)の拡大平面図である。
- [図11]実施例の銅合金No. 73である鑄造物Cの要部断面図(図7のN-N線断面図に相当)である。
- [図12]比較例の銅合金No. 224である鑄造物C1の内面要部(図7のM部に相当するひけ部)の拡大平面図である。
- [図13]比較例の銅合金No. 224である鑄造物C1の要部断面図(図7のN-N線断面図に相当)である。

## 実施例

- [0053] 実施例として、表1～表8に示す組成の銅合金No. 1～No. 92を、鑄造物A, B, C, D, E, F及び塑性加工物Gとして得た。また、比較例として、表9～表12に示す

組成の銅合金No. 201～No. 236を、鑄造物A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1及び塑性加工物G2として得た。

- [0054] 鑄造物A(銅合金No. 1～No. 46)及びA1(銅合金No. 201～214)は、溶解炉(溶製能力:60kg)に横型連続鑄造機を付設してなる鑄造装置を使用して低速(0.3 m/分)で連続鑄造された40mm径の棒材である。また、鑄造物B(銅合金No. 47～No. 52)及びB1(銅合金No. 217, No. 218)は、上記した鑄造物A, A1と同様に、溶解炉(溶製能力:60kg)に横型連続鑄造機を付設してなる鑄造装置を使用して低速(1m/分)で連続鑄造されたもので、8mm径の棒材である。なお、何れの場合にも、鑄造は黒鉛製モールドを用いて、随時、所定の成分になるように添加元素を調整添加しながら連続で行った。また、上記した鑄造物A, B, A1, B1の鑄造工程にあつては、鑄込み時にZrをCu-Zn-Zr合金(Zrを3mass%含む)の形態で添加させると共に、鑄込み温度を当該鑄造物の構成材料の液相線温度より100℃高く設定した。また、鑄造物A1(銅合金No. 215, No. 216)は市販の40mm径の横型連続棒(No. 215はCAC406Cに相当する)である。
- [0055] 鑄造物C(銅合金No. 53～No. 73)、D(銅合金No. 74～No. 78)、C1(銅合金No. 219～No. 224)及びD1(銅合金No. 225, No. 226)は、何れも、実操業の低圧鑄造(溶湯温度:1005℃±5℃, 圧力:390mbar, 加圧時間:4.5秒, 保持時間:8秒)によって得たものであり、図6に示す如く、一對の水道メータ本体を有する実鑄物である。なお、鑄造物C, C1は金型を使用して鑄造されたものであり、鑄造物D, D1は砂型を使用して鑄造されたものである。
- [0056] 鑄造物E(銅合金No. 79～No. 90)及びE1(銅合金No. 228～No. 233)は、原料を電気炉で溶解した上、その溶湯を200℃に予熱した鉄製鑄型に鑄込むことによって得られた円柱形状(直径:40mm, 長さ:280mm)の鑄塊である。
- [0057] 鑄造物F(No. 91)及びF1(No. 234)は、実操業の低圧鑄造によって得た大型鑄物(厚み:190mm, 幅900mm, 長さ:3500mmのインゴット)である。
- [0058] 塑性加工物G(銅合金No. 92)は、鑄塊(240mm径のビレット)を熱間押出して得られた径100mmの棒材である。また、塑性加工物G1(銅合金No. 235, No. 236)は、何れも市販の押出一抽伸棒(40mm径)である。なお、No. 235はJIS C3604

に相当し、No. 236はJIS C3771に相当する。なお、以下の説明においては、鑄造物A, B, C, D, E, F及び塑性加工物Gを「実施例物」といい、鑄造物A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1及び塑性加工物G2を「比較例物」ということがある。

[0059] 而して、実施例物A, B, C, D, E, G及び比較例物A1, B1, C1, D1, E1, G1, G2からJIS Z 2201に規定する10号試験片を採取し、この試験片についてアムスラー型万能試験機による引張試験を行い、引張強さ( $\text{N/mm}^2$ )、0.2%耐力( $\text{N/mm}^2$ )、伸び(%)及び疲労強度( $\text{N/mm}^2$ )を測定した。その結果は、表13～表18に示す通りであり、実施例物は引張強さ等の機械的性質に優れることが確認された。なお、鑄造物C, D, C1, D1については、試験片を図6に示す湯道部Kから採取した。

[0060] また、実施例物及び比較例物の被削性を比較確認するために、次のような切削試験を行って切削主分力(N)を測定した。

[0061] すなわち、実施例物A, B, E, G及び比較例物A1, B1, E1, G1から採取した試料の外周面を、真剣バイト(すくい角:  $-6^\circ$ 、ノーズR: 0.4mm)を取り付けた旋盤により、切削速度: 80m/分、切込み深さ: 1.5mm、送り: 0.11mm/rev. の条件及び切削速度: 160m/分、切込み深さ: 1.5mm、送り: 0.11mm/rev. の条件で、夫々、乾式で切削し、バイトに取り付けた3分力動力計で測定し、切削主分力に換算した。その結果は、表13～表18に示す通りであった。

[0062] また、上記の切削試験において生成した切屑の状態を観察し、その形状によって、(a)台形若しくは三角形をなす小片形状(図5(A))、(b)長さ25mm以下のテープ形状(同図(B))、(c)針形状(同図(C))、(d)長さ75mm以下のテープ形状((b)を除く)(同図(D))、(e)3巻き以下の螺旋形状(同図(E))、(f)長さが75mmを超えるテープ形状(同図(F)及び(g)3巻きを超える螺旋形状(同図(G)))の7つに分類して被削性を判定し、表13～表18に示した。これらの表においては、切屑形態が(a)であるものを「◎」で、(b)であるものを「○」で、(c)であるものを「●」で、(d)であるものを「□」で、(e)であるものを「△」で、(f)であるものを「×」で、また(g)であるものを「××」で、夫々示した。而して、切屑が、(f)(g)の形態をなしている場合には、切屑の処理(切屑の回収や再利用等)が困難となる上、切屑がバイトに絡み付いたり、切削表面を

損傷させる等のトラブルが発生して、良好な切削加工を行なうことができない。また、切屑が(d) (e)の形態をなしている場合には、(f) (g)のような大きなトラブルは生じないものの、やはり切屑の処理が容易ではなく、連続切削加工を行う場合等にあつてはバイトへの絡み付きや切削表面の損傷等を生じる虞れがある。しかし、切屑が(a)～(c)の形態をなしている場合には、上記のようなトラブルが生じることがなく、(f) (g)のように嵩張らないことから、切屑の処理も容易である。但し、(c)については、切削条件によっては、旋盤等の工作機械の摺動面に潜り込んで機械的障害を発生したり、作業者の手指、目に刺さる等の危険を伴うことがある。したがって、被削性を判断する上では、(a)が最良であり、(b)がこれに続き、(c)が良好であり、(d)がやや良好であり、(e)が許容できる限度であり、(f)は不適當であり、(g)は最も不適當なものといふことができる。これらの切削主分力及び切屑形態から、実施例物は被削性に優れるものであることが確認された。

[0063] また、実施例物及び耐摩耗性を比較確認すべく、次のような摩耗試験を行った。

[0064] まず、実施例物A, E及び比較例物A1, E1, G1から、これに切削加工及び穴明け加工等を施すことにより、外径32mm, 厚さ(軸線方向長さ)10mmのリング状試験片を得た。次に、この試験片を回転軸に嵌合固定すると共に、リング状試験片の外周面にSUS304製ロール(外径48mm)を50kgの荷重をかけた状態で転接させた上、試験片の外周面にマルチオイルを滴下しつつ、回転軸を209r. p. m. で回転させた。そして、試験片の回転数が10万回に達した時点で、試験片の回転を停止して、試験片の回転前後における重量差つまり摩耗減量(mg)を測定した。かかる摩耗減量が少ない程、耐摩耗性に優れた銅合金といふことができるが、その結果は、表19、表20及び表22～24に示す通りであり、実施例物が耐摩耗性ないし摺動性に優れることが確認された。

[0065] また、実施例物及び比較例物の耐蝕性を比較確認するために、次のようなエロージョン・コロージョン試験I～III並びに「ISO 6509」に規定される脱亜鉛腐蝕試験及び「JIS H3250」に規定される応力腐蝕割れ試験を行なった。

[0066] すなわち、エロージョン・コロージョン試験I～IIIにおいては、実施例物A, C, D, E及び比較例物A1, E1, G1鋳物から採取した試料に、その軸線に直交する方向に

において、口径1.9mmのノズルから試験液(30℃)を11m/秒の流速で衝突させて、エロージョン・コロージョン試験を行ない、所定時間Tが経過した後の腐蝕減量( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )を測定した。試験液としては、試験Iでは3%食塩水を、試験IIでは3%食塩水に $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0.13g/L)を混合させた混合食塩水を、試験IIIでは次亜塩素酸ナトリウム溶液( $\text{NaClO}$ )に微量の塩酸( $\text{HCl}$ )を添加した混合液を、夫々使用した。腐蝕減量は、試験開始前における試料重量から試験液をT時間衝突させた後の試料重量との $1\text{cm}^2$ 当たりの差量( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )であり、衝突時間は、試験I～IIIの何れにおいても $T=96$ 時間とした。エロージョン・コロージョン試験I～IIIの結果は、表19～表24に示す通りであった。

[0067] また、「ISO 6509」の脱亜鉛腐蝕試験においては、実施例物A, C, D, E及び比較例物A1, E1, G1鋳物から採取した試料を、暴露試料表面が伸縮方向に対して直角となるようにしてフェノール樹脂に座込み、試料表面をエメリー紙により1200番まで研磨した後、これを純水中で超音波洗浄して乾燥した。かくして得られた被腐蝕試験試料を、1.0%の塩化第2銅2水和物( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )の水溶液中に浸漬し、75℃の温度条件下で24時間保持した後、水溶液中から取出して、その脱亜鉛腐蝕深さの最大値つまり最大脱亜鉛腐蝕深さ( $\mu\text{m}$ )を測定した。その結果は、表19～表24に示す通りであった。

[0068] また、「JIS H3250」の応力腐蝕割れ試験については、鋳造物B, B1から採取した板状の試料(幅:10mm, 長さ:60mm, 厚さ:5mm)を、45°をなすV字状(屈曲部アール:5mm)に折曲する(引張残留応力を付加する)と共に脱脂、乾燥処理を施した上で、12.5%のアンモニア水(アンモニアを等量の純水で薄めたもの)を入れたデシケータ内のアンモニア雰囲気(25℃)中に保持させた。そして、所定の保持時間(暴露時間)が経過した時点で、試料をデシケータから取り出して、10%の硫酸で洗浄した上、当該試料の割れの有無を拡大鏡(10倍)で観察し、判定した。その結果は、表21及び表23に示す通りであった。当該表においては、アンモニア雰囲気中での保持時間が8時間経過時においては割れが認められなかったが、24時間経過時においては明瞭な割れが認められたものについては「△」で、24時間経過時においても割れが全く認められなかったものについては「○」で示した。これらの耐食性試験の



結果から、実施例物は耐食性に優れるものであることが確認された。

[0069] また、実施例物及び比較例物の冷間加工性を比較して評価するために、次のような冷間圧縮試験を行なった。

[0070] すなわち、鋳造物A, B, A1から径:5mm, 長さ:7.5mmの円柱状試料を旋盤により切削、採取して、これをアムスラー型万能試験機により圧縮して、圧縮率(加工率)との関係による割れの有無によって冷間圧縮加工性を評価した。その結果は、表19～表21及び表23に示した通りであり、これらの表においては、圧縮率30%で割れを生じたものを冷間圧縮加工性に劣るものとして「×」で示し、圧縮率40%で割れが生じなかったものを冷間圧縮加工性に優れるものとして「○」で示し、圧縮率30%では割れが生じなかったが加工率40%では割れが生じたものを良好な冷間加工性を有するものとして「△」で示した。この冷間圧縮加工性の良否は、カシメ加工性の良否として評価できるものであり、評価が「○」のものでは容易且つ高精度のカシメ加工を行うことができ、「△」のものでは一般的なカシメ加工が可能であり、「×」のものでは適正なカシメ加工を行うことが不可能である。実施例物は、一部が「△」であるものの殆どが「○」であり、冷間圧縮加工性つまりカシメ加工性に優れることが確認された。

[0071] また、実施例物及び比較例物の熱間鍛造性を比較評価すべく、つぎのような高温圧縮試験を行った。すなわち、鋳造物A, E, E1及び塑性加工物G1から、旋盤を使用して、径:15mm, 高さ25mmの円柱状試料を採取し、この試料を700℃で30分間保持した後、加工率を変えて熱間圧縮加工を行ない、加工率と割れとの関係から熱間鍛造性を評価した。その結果は表20、表22及び表24に示す通りであり、実施例物は熱間鍛造性に優れるものであることが確認された。これらの表においては、80%の加工率で割れが発生しなかったものを、熱間鍛造性に優れるものとして「○」で示し、80%の加工率では僅かな割れが発生したものの65%の加工率では割れが生じなかったものを、良好な熱間鍛造性を有するものとして「△」で示し、また65%の加工率で顕著な割れが生じたものを、熱間鍛造性に劣るものとして「×」で示した。

[0072] また、実施例物及び比較例物について伸線性を比較確認すべく、次のような基準で伸線性を判定した。すなわち、棒状鋳造物B, B1(径:8mm)に伸線加工を施して、径:6.4mmまで一回の伸線加工(加工率:36%)で割れを生じることなく伸線でき

たものは伸線性に優れると判定し、径:7.0mmまで一回の伸線加工(加工率:23.4%)で割れを生じることなく伸線できたものは一般的な伸線性を有すると判定し、また一回の伸線加工で径:7.0mmまで伸線させた場合に割れを生じたものについては伸線性に劣ると判定した。その結果は、表21及び表23に示す通りであり、伸線性に優れると判定されたものを「○」で、一般的な伸線性を有すると判定されたものを「△」で、また伸線性に劣ると判定されたものを「×」で示した。表21及び表23から理解されるように、実施例物は、比較例物に比して、伸線性に優れていることが確認された。

- [0073] また、実施例物及び比較例物について、鑄造性を判定した。
- [0074] 第1に、鑄造物B, B1について、次のような鑄造性判定試験を行うことにより、鑄造性の優劣を判定した。すなわち、鑄造性判定試験においては、鑄造速度を2m/分及び1m/分の高低2段階に亘って変化させつつ、実施例で鑄造物Bを得た場合(又は比較例で鑄造物B1を得た場合)と同一装置を使用して同一条件により径:8mmの線材(棒材)を連続鑄造し、欠陥のない線材が得られる鑄造速度の高低により鑄造性の優劣を判定した。その結果は表21及び表23に示す通りであり、欠陥のない線材が2m/分の高速鑄造で得られたものを優れた鑄造性を有するものとして「○」で示し、欠陥のない線材を高速鑄造によっては得ることができなかったが1m/分の低速鑄造で得ることができたものを一般的な鑄造性を有するものとして「△」で示し、低速鑄造(1m/分)によっても欠陥のない鑄造素線B-1を得ることができなかったものを鑄造性に劣るものとして「×」で示した。
- [0075] 第2に、鑄造物C, C1の底部L(図6参照)を切離して、その切離部分の内面におけるひけ部M(図7参照)を観察して、欠陥の有無及びひけの深さによって鑄造を評価した。その結果は、表21～表23に示す通りであった。これらの表においては、ひけ部Mに欠陥がなく且つひけも浅いものについては、鑄造性に優れるとして「○」で示した。また、ひけ部Mに明瞭な欠陥がなく且つひけもさほど深くないものについては、鑄造性が良好であるとして「△」で示し、更に、ひけ部Mに明瞭な欠陥が存在するか又はひけが深いものものについては、鑄造性に劣るものとして「×」で示した。ひけ部Mの一例を図8～図13に示す。すなわち、図8は実施例の銅合金No. 72における

ひけ部Mの断面図であり、図9は当該ひけ部Mの拡大平面図である。また、図10は実施例の銅合金No. 73におけるひけ部Mの断面図であり、図11は当該ひけ部Mの拡大平面図である。図12は比較例の銅合金No. 224におけるひけ部Mの断面図であり、図13は当該ひけ部Mの拡大平面図である。図8～図13から明らかなように、銅合金No. 72及びNo. 73では、ひけ部Mの表面は極めて滑らかであり且つ欠陥もないが、銅合金No. 224では、ひけ部Mに明瞭な欠陥が存在しており且つひけの深さも深い。なお、銅合金No. 224は、Zrを含有しない点を除いて、銅合金No. 72及びNo. 73とほぼ同一の組成をなすものであることから、図8～図13からも、Zr及びPの共添により結晶粒の微細化が図られ、その結果として鑄造性が向上することが理解される。

[0076] 第3に、実施例物及び比較例物の半溶融鑄造性についても、比較評価すべく、次のような半溶融試験を行なった。

[0077] すなわち、鑄造物A, A1, E1を鑄造する際に使用した原料を坩堝に入れ、半溶融状態(固相率:約60%)にまで昇温させ、その温度に5分間保持した後、急冷(水冷)した。そして、半溶融状態での固相の形状を調査し、半溶融鑄造性を評価した。その結果は、表19、表23及び表24に示す通りであり、実施例物は(14)(15)の条件を満足し、半溶融鑄造性に優れるものであることが確認された。これらの表においては、当該固相の平均結晶粒径が $150\mu\text{m}$ 以下であるか又は結晶粒の最大長の平均が $300\mu\text{m}$ 以下であったものを、半溶融鑄造性に優れると評価して「○」で示し、当該固相の結晶粒がこのような条件を満足しないものの、顕著なデンドライト・ネットワークが形成されていなかったものを、工業的に満足できる程度の良い半溶融鑄造性を有すると評価して「△」で示し、デンドライト・ネットワークが形成されていたものを、半溶融鑄造性に劣ると評価して「×」で示した。実施例物が(14)(15)の条件を満足する場合の一例を示す。すなわち、図3は実施例物No. 4についての半溶融鑄造性試験における半溶融固化状態の顕微鏡写真であり、明らかに(14)(15)の条件を満足している。また、図4は比較例物No. 202についての半溶融鑄造性試験における半溶融固化状態の顕微鏡写真であり、(14)(15)の条件を満足していない。

[0078] また、実施例物A～G及び比較例物A1～G1について、その溶解固化時における

平均結晶粒径( $\mu\text{m}$ )を測定した。すなわち、実施例物及び比較例物を切断して、その切断面を硝酸でエッチングした上、そのエッチング面に出現するマクロ組織における結晶粒の平均径(平均結晶粒径)を測定した。なお、鋳造物C, D, C1, D1については、水道メータ本体の流入出口部J(図6参照)を切断して、その切断面を硝酸でエッチングした上、そのエッチング面における結晶粒の平均径を前記同様にして測定した。この測定は、JIS H0501の伸銅品結晶粒度試験の比較法に基づいて行なったもので、切断面を硝酸でエッチングした後、結晶粒径が0.5mmを超えるものは肉眼で観察し、0.5mm以下のものについては7.5倍に拡大して観察し、約0.1mmよりも小さなものについては、過酸化水素とアンモニア水の混合液でエッチングした上、光学顕微鏡で75倍に拡大して観察した。その結果は表13～表18に示す通りであり、実施例物は何れも(7)の条件を満足するものであった。なお、実施例物については、その何れも溶融固化時における初晶が $\alpha$ 相であることも確認された。

[0079] さらに、実施例物については(12)(13)の条件を満足するものであることも確認された。図1及び図2にその一例を挙げる。図1は実施例物No. 79についてのマクロ組織写真(同図(A))及びミクロ組織写真(同図(B))であり、図2は比較例物No. 228についてのマクロ組織写真である。図1及び図2から明らかなように、比較例物No. 228は(12)(13)の条件を満足していないが、実施例物No. 79は(12)(13)の条件を満たしていることが理解される。

[0080] 以上のことから、実施例物は、各構成元素が前述した範囲で含有されており、(1)～(7)の条件(第5～第8銅合金については更に(8)の条件)を満足することにより、これらの条件の少なくとも一部を満足しない比較例物に比して、被削性、機械的性質(強度、伸び等)、耐摩耗性、鋳造性、半溶融鋳造性、冷間圧縮加工性、熱間鍛造性及び耐蝕性が大幅に向上するものであることが確認された。また、これらの特性向上は、上記条件に加えて、(10)～(15)の条件(第5～第8銅合金については更に(9)(16)の条件)を満足することにより、より効果的に図りうることが確認された。これらのことは大形鋳物F(No. 91)についても同様であり、Zr, Pの共添による結晶粒の微細化効果及びこれに伴う特性向上効果は、そのまま担保されることが確認された。なお、Zrを含有しない点を除いて銅合金No. 91とほぼ同一組成をなす大形鋳物(No

、234)については、これらの効果はなく、小形鋳物との差は明らかである。

[0081] また、Pbを含有する鋳造物C、C1、D1について、「JIS S3200-7:2004 水道用器具—浸出性能試験方法」に基づいて、Pbの溶出試験を行った。すなわち、この試験では、次亜塩素酸ナトリウム溶液、炭酸水素ナトリウム溶液及び塩化カルシウム溶液を適量添加した水に水酸化ナトリウム溶液でpHを調整した水(水質:pH7.0±0.1, 硬度:45±5mg/L, アルカリ度:35±5mg/L, 残留塩素:0.3±0.1mg/L)を浸出液として使用し、鋳造物C、C1、D1に所定の洗浄処理及びコンディショニングを施した後、当該鋳造物C、C1、D1の中空部つまり水道メータ本体(図6参照)の部分に23℃の浸出液を満たして密封し、この液温を維持して16時間静置した上で、水道メータからの浸出液を採取し、これに含有されるPb量つまりPb溶出量(mg/L)を測定するものである。その結果は、表21、表23及び表24に示す通りであり、実施例物ではPb溶出量が極く微量であり、水道メータ等の接水金具として問題なく使用できることが確認された。

[0082] また、銅合金No. 54の鋳造物Cから湯道部K(図6参照)を採取して、これを原料(Zr:0.0063mass%)として銅合金を鋳造した。すなわち、当該湯道部Kを、木炭被覆下で、970℃で再溶解し、5分間保持後、溶解時のZrの酸化ロス分を0.001mass%と見込んで、そのZr量に見合う分、Zrを3mass%含有するCu-Zn-Zr合金を追加添加して、金型に鋳込んだ。その結果、得られた鋳造物にあつては、Zr含有量が原料である銅合金No. 54とほぼ同一(0.0061mass%)であり、平均結晶粒径を測定したところ、当該元銅合金No. 54とほぼ同一の25 μmであつた。このことから、本発明の銅合金は、その鋳造物に生じる湯道部K等の余剰部分ないし不要部分を、結晶粒の微細化効果を全く損なうことなく、再生原料として有効に利用することができることが確認された。したがって、湯道部K等の余剰部分ないし不要部分を、連続操業下で投入される補充原料として使用することができ、連続操業を極めて効率良く且つ経済的に行うことができる。

[0083] [表1]

銅合金		合金組成 (mass %)							
No.	種別	Cu	Zn	Si	Zr	P	Pb	不純物	
								Fe	Ni
実施例	1	A	76.2	20.68	3.05	0.0007	0.07		
	2	A	75.8	21.10	3.03	0.0018	0.07		
	3	A	76.1	20.80	3.03	0.0058	0.06		
	4	A	75.8	21.09	3.03	0.0094	0.07		
	5	A	76.4	20.49	3.04	0.014	0.06		
	6	A	76.6	20.20	3.1	0.018	0.08		
	7	A	76	20.84	3.04	0.028	0.09		
	8	A	76	20.83	3.04	0.037	0.09		
	9	A	76.1	20.79	3.02	0.003	0.09		
	10	A	74.5	22.60	2.8	0.01	0.09		
	11	A	77.2	19.42	3.3	0.009	0.07		
	12	A	81.6	14.47	3.85	0.017	0.06		
	13	A	79.2	18.00	2.7	0.021	0.08		
	14	A	78	18.88	3.04	0.009	0.07		
	15	A	75.8	21.01	3.03	0.017	0.08		0.06
	16	A	75.7	21.06	3.05	0.016	0.09	0.04	0.04
	17	A	75.8	21.02	3.06	0.017	0.08	0.018	0.009
	18	A	76	20.87	3.05	0.009	0.07	0.002	
	19	A	76	20.89	3.03	0.009	0.07	0.006	
	20	A	76.1	20.76	3.05	0.009	0.07	0.012	
	21	A	76.3	20.55	3.05	0.01	0.07	0.018	
	22	A	76.3	20.55	3.03	0.009	0.07	0.04	
	23	A	76.2	20.59	3.05	0.009	0.07	0.08	

[0084] [表2]

銅合金		合金組成 (mass %)										
N o .	種別	Cu	Zn	Si	Zr	P	Pb	Sn	Sb	Al	Mn	Mg
24	A	76.2	20.50	3.04	0.009	0.07	0.18					
25	A	76.1	20.49	3.02	0.008	0.07	0.31					
26	A	78.2	18.66	3.05	0.009	0.07	0.01					
27	A	78	18.85	3.05	0.009	0.07	0.018					
28	A	78.1	18.65	3.04	0.008	0.08	0.12					
29	A	78	18.59	3.04	0.008	0.08	0.28					
30	A	73.2	23.90	2.75	0.008	0.07	0.07					
31	A	73.2	23.85	2.76	0.009	0.08	0.1					
32	A	78.8	17.39	3.7	0.009	0.08	0.018					
33	A	77.2	19.30	3.4	0.009	0.07	0.019					
34	A	76.8	19.75	3.07	0.009	0.07		0.3				
35	A	77.2	19.08	3.14	0.008	0.07		0.5				
36	A	76.8	19.98	3.04	0.009	0.06		0.11				
37	A	78.1	17.59	3.12	0.014	0.08		1.1				
38	A	72.5	20.39	3.95	0.012	0.15				0.3	2.7	
39	A	76	18.20	3.68	0.016	0.1				1.1	0.9	
40	A	77.5	17.95	3.13	0.022	0.1				1.3		
41	A	76.8	19.91	3.2	0.0007	0.08						0.008
42	A	76.5	20.26	3.12	0.0017	0.08						0.035
43	A	77.2	19.10	3.06	0.005	0.12	0.015	0.5				
44	A	76.5	20.08	3.03	0.011	0.09	0.09	0.2				
45	A	77.8	18.30	3.22	0.011	0.08			0.09	0.5		
46	A	74.5	18.05	3.98	0.0055	0.09		0.4		0.04	2.9	0.032

実施例

[0085] [表3]

銅合金		合金組成 (mass %)								
N o .	種別	Cu	Zn	Si	Zr	P	Pb	Bi	Se	Sn
47	B	76	20.88	3.04	0.009	0.07				
48	B	77.8	18.95	3.18	0.009	0.06				
49	B	76	20.89	3.01	0.038	0.06				
50	B	78.1	18.85	2.96	0.01	0.08				
51	B	76	20.86	3.05	0.009	0.06	0.018			
52	B	77	19.38	3.05	0.009	0.06				0.5
53	C	76	20.88	3.05	0.0019	0.07				
54	C	76	20.93	3	0.0063	0.06				
55	C	76.2	20.70	3.03	0.0092	0.06				
56	C	76.2	20.72	3	0.013	0.07				
57	C	76.3	20.52	3.06	0.039	0.08				
58	C	82.5	13.51	3.94	0.019	0.035				
59	C	75.9	21.01	3.01	0.009	0.07				
60	C	76	20.84	3.02	0.008	0.07		0.06		
61	C	75.8	20.76	3.01	0.016	0.05		0.19	0.17	
62	C	76	20.82	3.1	0.008	0.07	0.006			
63	C	75.9	20.98	3.03	0.009	0.07	0.013			
64	C	76.4	20.44	3.05	0.01	0.08	0.018			
65	C	76.4	20.33	3.1	0.009	0.08	0.08			
66	C	76.1	20.56	3.08	0.008	0.07	0.18			
67	C	76	20.58	3.04	0.008	0.06	0.31			
68	C	76.2	20.65	3.08	0.009	0.06	0.003			
69	C	78.8	18.28	2.81	0.01	0.08	0.018			
70	C	76.9	19.66	3.04	0.008	0.09				0.3

実施例

[0086] [表4]



銅合金		合金組成 (mass%)													
N o.	種別	Cu	Zn	Si	Zr	P	Pb	Bi	Se	Te	Sn	Sb	As	Al	Mn
71	C	77.8	18.76	2.85	0.008	0.08					0.5				
72	C	76.7	20.15	3.06	0.008	0.08									
73	C	76.6	20.25	3.07	0.004	0.08									
74	D	76.4	20.50	3.02	0.0064	0.07									
75	D	76	20.92	3	0.0093	0.07									
76	D	81.4	14.50	4.05	0.02	0.035									
77	D	76.9	19.64	3.08	0.009	0.07					0.3				
78	D	77.4	18.87	3.14	0.009	0.08					0.5				
79	E	76.1	20.77	3.05	0.0061	0.07									
80	E	76.2	20.58	3.08	0.0075	0.07		0.06							
81	E	75.6	20.97	2.99	0.018	0.05		0.19	0.18						
82	E	74.9	21.95	2.89	0.0035	0.11					0.15				
84	E	78.8	17.28	3.76	0.0035	0.13						0.03			
84	E	76.5	20.23	3.11	0.0015	0.03							0.13		
85	E	75.2	21.19	3.12	0.0035	0.09									0.4
86	E	70.9	20.88	4.48	0.0085	0.13									3.6
87	E	82.1	12.60	3.8	0.014	0.04		0.25						1.2	
88	E	73.2	20.76	3.82	0.0095	0.12	0.19								1.9
89	E	74.8	20.16	3.5	0.018	0.08	0.14			0.04				0.2	1.1
90	E	75	19.92	3.5	0.018	0.08		0.18						0.1	1.2
91	F	75.8	21.00	3.1	0.019	0.08									
92	G	75.8	21.11	3.02	0.006	0.06									

實施例

実施例

[0087] [表5]

銅合金		合金組成及び金屬組織 (相組織)													
N o.	種別	f0	f1	f2	f3	f6	f7	f8	f9	f4	[α]	[β]	[γ]+[κ]	[μ]	f5
1	A	65.3	100.0	4357	44	65.3	65.3	27.0	27.0	100	73	0	27		27
2	A	65.0	38.9	1683	43	65.0	65.0	25.0	25.0	100	75	0	25		25
3	A	65.3	10.3	522	51	65.3	65.3	25.0	25.0	100	75	0	25		25
4	A	65.0	7.4	322	43	65.0	65.0	25.0	25.0	100	75	0	25		25
5	A	65.6	4.3	217	51	65.6	65.6	26.0	26.0	100	74	0	26		26
6	A	65.5	4.4	172	39	65.5	65.5	27.0	27.0	100	73	0	27		27
7	A	65.1	3.2	109	34	65.1	65.1	25.0	25.0	100	75	0	25		25
8	A	65.1	2.4	82	34	65.1	65.1	26.0	26.0	100	74	0	26		26
9	A	65.3	30.0	1007	34	65.3	65.3	25.0	25.0	100	75	0	25		25
10	A	64.4	9.0	280	31	64.4	64.4	21.0	21.0	100	79	0	21		21
11	A	65.4	7.8	367	47	65.4	65.4	40.0	40.0	100	60	0	40		40
12	A	67.9	3.5	226	64	67.9	67.9	70.0	70.0	100	30	0	70		70
13	A	69.5	3.8	129	34	69.5	69.5	10.5	10.5	95	86	0	9	5	10.5
14	A	67.2	7.8	338	43	67.2	67.2	18.3	18.3	99	81	0	18	1	18.3
15	A	65.0	4.7	178	38	65.0	65.0	25.0	25.0	100	75	0	25		25
16	A	64.8	5.6	191	34	64.8	64.8	26.0	26.0	100	74	0	26		26
17	A	64.9	4.7	180	38	64.9	64.9	25.0	25.0	100	75	0	25		25
18	A	65.1	7.8	339	44	65.3	65.0	27.1	24.9	100	74	0	26	0	26
19	A	65.2	7.8	337	43	65.4	65.0	27.9	24.1	100	74	0	26	0	26
20	A	65.2	7.8	339	44	65.5	64.9	28.7	23.3	100	74	0	26	0	26
21	A	65.4	7.0	305	44	65.8	65.0	29.4	22.6	100	74	0	26	0	26
22	A	65.5	7.8	337	43	66.1	64.9	31.0	21.0	100	74	0	26	0	26
23	A	65.4	7.8	339	44	66.2	64.5	33.1	18.9	100	74	0	26	0	26
f0=[Cu]-3.5[Si]-3[P]+0.5([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te]-0.5([Sn]+[As]+[Sb])-1.8[Al]+2[Mn]+[Mg]		f1=[P]/[Zr]												f2=[Si]/[Zr]	
f3=[Si]/[P]		f4=[α]+[γ]+[κ]												f5=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]	
f6=[Cu]-3.5[Si]-3[P]+3([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] <sup>1/2</sup>		f7=[Cu]-3.5[Si]-3[P]-3([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] <sup>1/2</sup>												f8=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]+25([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] <sup>1/2</sup>	
f9=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]+25([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] <sup>1/2</sup>		f10=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]-25([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] <sup>1/2</sup>													

実施例

[0088] [表6]

銅合金		合金組成及び金屬組織 (相組織)													
N o.	種別	f0	f1	f2	f3	f6	f7	f8	f9	f4	[α]	[β]	[γ]+[κ]	[μ]	f5
24	A	65.4	7.8	338	43	66.7	64.2	36.6	15.4	100	74	0	26	0	26
25	A	65.5	8.8	378	43	67.1	63.8	38.9	11.1	100	75	0	25	0	25
26	A	67.3	7.8	339	44	67.6	67.0	20.8	15.8	99	81	0	18	1	18.3
27	A	67.1	7.8	339	44	67.5	66.7	21.7	14.9	99	81	0	18	1	18.3
28	A	67.3	10.0	380	38	68.3	66.2	27.0	9.6	99	81	0	18	1	18.3
29	A	67.3	10.0	380	38	68.8	65.7	31.5	5.1	99	81	0	18	1	18.3
30	A	63.4	8.8	344	39	64.2	62.6	20.6	7.4	98	82	2	16	0	14
31	A	63.4	8.9	307	35	64.3	62.4	21.9	6.1	98	82	2	16	0	14
32	A	65.6	8.9	411	46	66.0	65.2	58.4	51.6	100	45	0	55	0	55
33	A	65.1	7.8	378	49	65.5	64.7	42.4	35.6	100	61	0	39	0	39
34	A	65.7	7.8	341	44	65.7	65.7	26.0	26.0	100	74	0	26	0	26
35	A	65.8	8.8	393	45	65.8	65.8	34.0	34.0	100	66	0	34	0	34
36	A	65.9	6.7	338	51	65.9	65.9	25.0	25.0	100	75	0	25	0	25
37	A	66.4	5.7	223	39	66.4	66.4	35.0	35.0	100	65	0	35	0	35
38	A	63.1	12.5	329	26	63.1	63.1	29.0	29.0	100	71	0	29		29
39	A	62.6	6.3	230	37	62.6	62.6	34.0	34.0	100	66	0	34		34
40	A	63.9	4.5	142	31	63.9	63.9	44.0	44.0	100	56	0	44		44
41	A	65.4	114.3	4571	40	65.4	65.4	26.3	26.3	99	73	0	26	1	26.3
42	A	65.4	47.1	1835	39	65.4	65.4	30.0	30.0	100	70	0	30		30
43	A	65.9	24.0	612	26	66.3	65.5	37.1	30.9	100	66	0	34		34
44	A	65.6	8.2	275	34	66.5	64.7	36.5	21.5	100	71	0	29		29
45	A	65.3	7.3	293	40	65.3	65.3	42.0	42.0	100	58	0	42		42
46	A	65.9	16.4	724	44	65.9	65.9	29.0	29.0	100	71	0	29		29

$f0=[Cu]-3.5[Si]-3[P]+0.5[Pb]+0.8[Bi]+[Se]-0.6[Te]-0.5([Sn]+[As]+[Sb])-1.8[Al]+2[Mn]+[Mg]$   
 $f3=[Si]/[P]$   
 $f6=[Cu]-3.5[Si]-3[P]+3([Pb]+0.8[Bi]+[Se])+0.6[Te]^{1/2}$   
 $f8=[\gamma]+[\kappa]+0.3[\mu]-1/81+25(Pb)+0.8(Bi)+[Se]+0.6[Te]^{1/2}$

$f1=[P]/[Zr]$   
 $f5=[\gamma]+[\kappa]+0.3[\mu]-[\beta]$   
 $f7=[Cu]-3.5[Si]-3[P]-3([Pb]+0.8[Bi]+[Se])+0.6[Te]^{1/2}$   
 $f9=[\gamma]+[\kappa]+0.3[\mu]-[\delta]-25(Pb)+0.8(Bi)+[Se]+0.6[Te]^{1/2}$

実 施 例

[0089] [表7]

銅合金		合金組成及び金屬組織 (相組織)													
N o.	種別	f0	f1	f2	f3	f6	f7	f8	f9	f4	[α]	[β]	[γ]+[κ]	[μ]	f5
47	B	65.2	7.8	300	43	65.2	65.2	26.0	26.0	100	74	0	26		26
48	B	66.5	6.7	303	53	66.5	66.5	29.0	29.0	100	71	0	29		29
49	B	65.3	1.6	79	50	65.3	65.3	25.0	25.0	100	75	0	25		25
50	B	67.5	8.0	305	37	67.5	67.5	18.6	18.6	98	80	0	18	2	18.6
51	B	65.2	6.7	304	51	65.6	64.8	29.4	22.7	100	74	0	26		26
52	B	65.9	6.7	339	51	65.9	65.9	28.0	28.0	100	72	0	28		28
53	C	65.1	36.8	1605	44	65.1	65.1	26.0	26.0	100	74	0	26		26
54	C	65.3	9.5	476	50	65.3	65.3	25.0	25.0	100	75	0	25		25
55	C	65.4	6.5	329	51	65.4	65.4	26.0	26.0	100	74	0	26		26
56	C	65.5	5.4	231	43	65.5	65.5	25.0	25.0	100	75	0	25		25
57	C	65.4	2.1	78	38	65.4	65.4	27.0	27.0	100	73	0	27		27
58	C	68.6	1.8	207	113	68.6	68.6	81.5	81.5	95	15	0	80	5	81.5
59	C	65.2	7.8	300	43	65.2	65.2	26.0	26.0	100	74	0	26		26
60	C	65.3	8.8	378	43	65.9	64.6	31.5	20.5	100	74	0	26	0	26
61	C	65.3	3.1	188	60	66.9	63.7	38.4	11.6	100	75	0	25	0	25
62	C	64.9	8.8	388	44	65.2	64.7	28.9	25.1	100	73	0	27		27
63	C	65.1	7.8	337	43	65.4	64.7	28.9	23.1	100	74	0	26		26
64	C	65.5	8.0	305	38	65.9	65.1	28.4	21.6	100	75	0	25		25
65	C	65.4	8.9	344	39	66.2	64.5	34.1	19.9	100	73	0	27		27
66	C	65.2	8.8	385	44	66.5	63.9	37.6	16.4	100	73	0	27		27
67	C	65.3	7.5	380	51	67.0	63.7	39.9	12.1	100	74	0	26		26
68	C	65.2	6.7	342	51	65.4	65.1	28.4	25.6	100	73	0	27		27
69	C	68.7	8.0	281	35	69.1	68.3	16.4	9.6	100	87	0	13		13
70	C	65.8	11.3	380	34	65.8	65.8	28.0	28.0	100	72	0	28		28
f0=[Cu]-3.5[S]-3[P]+0.5([Pb])+0.8([Bi])+[Se])+0.6[Te]-0.5([Sn])+[As]+[Sb])-1.8[Al]+2[Mn]+[Mg] f1=[P]/[Zr] f2=[S]/[Zr]															
f3=[S]/[P] f4=[α]+[γ]+[κ] f5=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]															
f6=[Cu]-3.5[S]-3[P]+3([Pb])+0.8([Bi])+[Se])+0.6[Te] <sup>1/2</sup> f7=[Cu]-3.5[S]-3[P]-3([Pb])-0.8([Bi])+[Se])+0.6[Te] <sup>1/2</sup>															
f8=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]+25([Pb])+0.8([Bi])+[Se])+0.6[Te] <sup>1/2</sup> f9=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]-25([Pb])+0.8([Bi])+[Se])+0.6[Te] <sup>1/2</sup>															

[0090] [表8]

銅合金		合金組成及び金属組織 (相組織)													
N o.	種別	f0	f1	f2	f3	f6	f7	f8	f9	f4	[ $\alpha$ ]	[ $\beta$ ]	[ $\gamma$ ]+[ $\kappa$ ]	[ $\mu$ ]	f5
71	C	67.3	10.0	356	36	67.3	67.3	20.0	20.0	100	80	0	20		20
72	C		10.0	383	38										
73	C		20.0	768	38										
74	D	65.6	10.9	472	43	65.6	65.6	25.0	25.0	100	75	0	25		25
75	D	65.3	7.5	323	43	65.3	65.3	25.0	25.0	100	75	0	25		25
76	D	67.1	1.8	203	116	67.1	67.1	89.5	89.5	95	7	0	88	5	89.5
77	D	65.8	7.8	342	44	65.8	65.8	26.0	26.0	100	74	0	26	0	26
78	D	65.9	8.9	349	39	65.9	65.9	34.0	34.0	100	66	0	34	0	34
79	E	65.2	11.5	500	44	65.2	65.2	26.0	26.0	100	74	0	26		26
80	E	65.2	9.3	411	44	65.9	64.6	32.5	21.5	100	73	0	27	0	27
81	E	65.2	2.8	166	60	66.8	63.5	38.6	11.4	100	75	0	25	0	25
82	E	64.4	31.4	826	26	64.4	64.4	22.0	22.0	100	78	0	22	0	22
84	E	65.2	37.1	1074	29	65.2	65.2	54.0	54.0	100	46	0	54		54
84	E	65.5	20.0	2073	104	65.5	65.5	30.0	30.0	100	70	0	30		30
85	E	64.8	25.7	891	35	64.8	64.8	26.0	26.0	100	74	0	26		26
86	E	62.0	15.3	527	34	62.0	62.0	30.0	30.0	100	70	0	30		30
87	E	66.6	2.9	271	95	68.0	65.3	95.2	72.8	100	16	0	84		84
88	E	63.4	12.6	402	32	64.7	62.1	44.9	23.1	100	66	0	34		34
89	E	64.2	4.4	194	44	65.5	63.0	41.1	20.9	100	69	0	31		31
90	E	64.8	4.4	194	44	66.0	63.7	39.5	20.5	100	70	0	30		30
91	F					0.0	0.0	0.0	0.0						
92	G	65.1	10.0	503	50	65.1	65.1	25.0	25.0	100	75	0	25		25
f0=[Cu]-3.5[Si]-3[P]+0.5([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te]-0.5([Sn]+[As]+[Sb])-1.8[A]+2[Mn]+[Mg]		f1=[P]/[Zr]      f2=[Si]/[Zr]													
f3=[Si]/[P]		f4=[ $\alpha$ ]+[ $\gamma$ ]+[ $\kappa$ ]      f5=[ $\gamma$ ]+[ $\kappa$ ]+0.3[ $\mu$ ]-[ $\beta$ ]													
f6=[Cu]-3.5[Si]-3[P]+3([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] <sup>1/2</sup>		f7=[Cu]-3.5[Si]-3[P]-3([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] <sup>1/2</sup>													
f8=[ $\gamma$ ]+[ $\kappa$ ]+0.3[ $\mu$ ]-[ $\beta$ ]+25([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] <sup>1/2</sup>		f9=[ $\gamma$ ]+[ $\kappa$ ]+0.3[ $\mu$ ]-[ $\beta$ ]-25([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] <sup>1/2</sup>													

実施例

[0091] [表9]

銅合金		合金組成 (mass %)							
No.	種別	Cu	Zn	Si	Zr	P	Pb	Bi	Sn
201	A1	76.5	20.47	3.03					
202	A1	75.9	20.99	3.04	0.0002	0.07			
203	A1	75	21.87	3	0.05	0.08			
204	A1	75.6	21.29	3.1	0.005	0.005			
205	A1	78.8	18.90	2.2	0.028	0.07			
206	A1	78.1	18.83	3.05	0.009	0.008			
207	A1	73	24.16	2.76	0.0002	0.07	0.01		
208	A1	69.4	27.83	2.65	0.017	0.1			
209	A1	79.6	18.24	2.1	0.003	0.06			
210	A1	68.5	29.31	2.1	0.013	0.08			
211	A1	79.9	16.06	4.04					
212	A1	73.8	23.44	2.53	0.15	0.08			
213	A1	69.3	28.74	1.9	0.008	0.05			
214	A1	70.1	27.03	2.77	0.018	0.08			
215	A1	84.6	5.57			0.03	5.2		4.6
216	A1	86.3	6.40					2.7	4.6
217	B1	78	18.96	2.96	0	0.08			
218	B1	77.1	19.27	3.06	0.0003	0.07			0.5
219	C1	82.5	15.15	2.25	0.006	0.09			
220	C1	80.3	15.68	4.02					
221	C1	76.2	20.07	3.1	0.01	0.07	0.55		
222	C1	76.4	20.45	3.05	0.0002	0.08	0.018		
223	C1	77.8	18.77	2.86	0.0003	0.07			0.5

比較例

[0092] [表10]

銅合金		合金組成 (mass%)							
N o .	種別	Cu	Zn	Si	Zr	P	Pb	Sn	不純物 Fe Ni
224	C1	76.6	20.27	3.05		0.08			
225	D1	76.2	20.79	3.01					
226	D1	84.8	5.50				4.8	4.9	
227	E1	70.3	27.09	2.5	0.012	0.1			
228	E1	76	20.96	3.04					
229	E1	73	22.91	3.98	0.015	0.1			
230	E1	85.8	8.59	5.5	0.011	0.1			
231	E1	76.6	19.83	3.11	0.018	0.09			0.35
232	E1	75.8	20.74	3.05	0.018	0.08			0.31
233	E1	75.8	20.64	3.05	0.018	0.08			0.13 0.28
234	F1	75.8	21.02	3.1		0.08			
235	G1	60.9	35.80				3.1	0.2	
236	G1	58.8	38.90				2	0.3	

比較例

[0093] [表11]

銅合金		合金組成及び金屬組織 (相組織)													
N o.	種別	f0	f1	f2	f3	f6	f7	f8	f9	f4	[α]	[β]	[γ]+[κ]	[μ]	f5
201	A1	65.9				65.9	65.9	25.0	25.0	100	75	0	25		25
202	A1	65.1	350.0	15200	43	65.1	65.1	25.0	25.0	100	75	0	25		25
203	A1	64.3	1.6	60	38	64.3	64.3	24.0	24.0	100	76	0	24		24
204	A1	64.7	1.0	620	620	64.7	64.7	29.0	29.0	100	71	0	29		29
205	A1	70.9	2.5	79	31	70.9	70.9	3.0	3.0	100	97	0	3	0	3
206	A1	67.4	0.9	339	381	67.4	67.4	18.3	18.3	99	81	0	18	1	18.3
207	A1	63.1	350.0	13800	39	63.4	62.8	16.5	11.5	98	82	2	16	0	14
208	A1	59.8	5.9	156	27	59.8	59.8	-12.0	-12.0	70	52	30	18		-12
209	A1	72.1	20.0	700	35	72.1	72.1	2.5	2.5	95	94	0	1	5	2.5
210	A1	60.9	6.2	162	26	60.9	60.9	-9.0	-9.0	85	79	15	6		-9
211	A1	65.8				65.8	65.8	86.0	86.0	100	14	0	86		86
212	A1	64.7	0.5	17	32	64.7	64.7	14.0	14.0	100	86	0	14		14
213	A1	62.5	6.3	238	38	62.5	62.5	-5.0	-5.0	95	95	5	0		-5
214	A1	60.2	4.4	154	35	60.2	60.2	-12.0	-12.0	75	62	25	13		-12
215	A1	84.8				91.7	78.0	57.0	-57.0		-				0
216	A1	85.4				89.8	80.9	36.7	-36.7		-				0
217	B1	67.4			37	67.4	67.4	18.6	18.6	98	80	0	18	2	18.6
218	B1	65.9	233.3	10200	44	65.9	65.9	27.0	27.0	100	73	0	27		27
219	G1	74.4	15.0	375	25	74.4	74.4	0.0	0.0	100	100	0	0		0
220	G1	66.2				66.2	66.2	85.0	85.0	100	15	0	85		85
221	G1	65.4	7.0	310	44	67.6	63.2	46.5	9.5	100	72	0	28		28
222	G1	65.5	400.0	15250	38	65.9	65.1	29.4	22.6	100	74	0	26		26
223	G1	67.3	233.3	9533	41	67.3	67.3	20.0	20.0	100	80	0	20		20
		f0=[Cu]-3.5[Si]-3[P]+0.5([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te]-0.5([Sn]+[As]+[Sb])-1.8[Al]+2[Mn]+[Mg] f1=[P]/[Zr] f2=[Si]/[Zr]													
		f3=[Si]/[P] f4=[α]+[γ]+[κ] f5=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]													
		f6=[Cu]-3.5[Si]-3[P]+3([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] f7=[Cu]-3.5[Si]-3[P]-3([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] <sup>1/2</sup>													
		f8=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]+25([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] <sup>1/2</sup> f9=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]-25([Pb]+0.8([Bi]+[Se]))+0.6[Te] <sup>1/2</sup>													

[0094] [表12]



銅合金		合金組成及び金屬組織（相組織）													
N o.	種別	f0	f1	f2	f3	f6	f7	f8	f9	f4	[α]	[β]	[γ]+[κ]	[μ]	f5
224	C1				38										
225	D1	65.7				65.7	65.7	25.0	25.0	100	75	0	25		25
226	D1	84.8				91.3	78.2	54.8	-54.8		-				0
227	E1	61.3	8.3	208	25	61.3	61.3	4.0	4.0	90	78	9	13		4
228	E1	65.4				65.4	65.4	26.0	26.0	100	74	0	26		26
229	E1	58.8	6.7	265	40	58.8	58.8	-24.0	-24.0	65	54	35	11		-24
230	E1	66.3	9.1	500	55	66.3	66.3	89.0	89.0	90	4	0	86	10	89
231	E1	65.4	5.0	173	35	65.4	65.4	29.0	29.0	100	71	0	29		29
232	E1	64.9	4.4	169	38	64.9	64.9	26.0	26.0	100	74	0	26		26
233	E1	64.9	4.4	169	38	64.9	64.9	26.0	26.0	100	74	0	26		26
234	F1														
235	G1	62.4				67.6	57.1	44.0	-44.0		-				0
236	G1	59.7				63.9	55.4	35.4	-35.4		-				0
比較例		$f0=[Cu]-3.5[Si]-3[P]+0.5([Pb]+0.8([Bi]+[Se])+0.6[Te])-0.5([Sn]+[As]+[Sb])-1.8[Al]+2[Mn]+[Mg]$													
		$f3=[Si]/[P]$ <span style="float:right;"><math>f1=[P]/[Zr]</math> <math>f2=[Si]/[Zr]</math></span>													
		$f4=[α]+[γ]+[κ]$ <span style="float:right;"><math>f5=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]</math></span>													
		$f6=[Cu]-3.5[Si]-3[P]+3([Pb]+0.8([Bi]+[Se])+0.6[Te])^{1/2}$ <span style="float:right;"><math>f7=[Cu]-3.5[Si]-3[P]-3([Pb]+0.8([Bi]+[Se])+0.6[Te])^{1/2}</math></span>													
		$f8=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]+25([Pb]+0.8([Bi]+[Se])+0.6[Te])^{1/2}$ <span style="float:right;"><math>f9=[γ]+[κ]+0.3[μ]-[β]-25([Pb]+0.8([Bi]+[Se])+0.6[Te])^{1/2}</math></span>													

[0095] [表13]

銅合金 No. 種別		平均結晶 粒徑 ( $\mu\text{m}$ )	被削性				引張強さ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	耐力 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	伸び (%)	疲労強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
			切削形態		切削主応力 (N)					
			80m/min	160m/min	80m/min	160m/min				
1	A	85								
2	A	40								
3	A	25	◎	○			532	245	44	253
4	A	15	◎	○			535	268	45	258
5	A	25	◎	○			523	256	44	254
6	A	30	◎	○						
7	A	55					492	219	42	
8	A	90								
9	A	40					498	236	30	
10	A	25	◎	○						
11	A	20								
12	A	65								
13	A	80								
14	A	45	○	△	122	133				
15	A	65					485	206	39	
16	A	70								
17	A	30								
18	A	20	◎	○	115	127				
19	A	20	◎	○	111	118				
20	A	20	◎	○	110	118				
21	A	20	◎	◎	110	117				
22	A	20	◎	◎	109	116				
23	A	20	◎	◎	108	114	530	266	43	254

実施例

実施例

銅合金		平均結晶 粒徑	被削性				引張強さ ( N/mm <sup>2</sup> )	耐力 ( N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	疲労強度 ( N/mm <sup>2</sup> )
			切削形態		切削主応力 (N)					
N o.	種別	( μm )	80m/min	160m/min	80m/min	160m/min				
24	A	20	◎	◎	106	112				
25	A	20	●	◎	104	109	522	251	38	
26	A	45	○	○	115	124				
27	A	45	◎	○	114	123				
28	A	45	◎	○	111	119				
29	A	45	◎	◎	109	115				
30	A	40	○	○	114	124				
31	A	40	◎	○	110	118				
32	A	35	◎	○	113	122				
33	A	25	◎	◎	111	119				
34	A	15					528	272	40	262
35	A	20	◎	○	116	127	520	260	34	
36	A	20	◎	○	117	129				
37	A	20					443	256	13	
38	A	25	○	△			642	302	30	304
39	A	45								
40	A	30	○	△			554	256	33	
41	A	60								
42	A	20								
43	A	20	◎	○	114	123	525	261	34	252
44	A	20	◎	◎	111	116				
45	A	15								
46	A	15					612	288	32	

実施例

実施例

[0097] [表15]

銅合金 No.	種別	平均結晶 粒徑 ( $\mu\text{m}$ )	被削性				引張強さ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	耐力 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	伸び (%)	疲労強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
			80m/min	切削形態	切削主応力 (N)	160m/min				
47	B	15	◎	○	115	128	720	640	17	336
48	B	15	◎	○	116	128	735	655	15	
49	B	150					698	599	14	
50	B	25	○	○	119	134	705	613	19	
51	B	15	◎	◎	110	117	715	632	16	
52	B	15	◎	○	117	129	730	651	15	
53	C	35					501	234	30	
54	C	20					524	262	32	
55	C	15					534	278	34	
56	C	25					515	250	33	
57	C	80					468	203	28	
58	C	80					546	245	27	
59	C	15					526	257	32	
60	C	25					522	252	40	
61	C	25								
62	C	15					521	250	33	
63	C	15								
64	C	20					525	255	32	
65	C	15								
66	C	20								
67	C	15					521	250	31	
68	C	20								
69	C	70								
70	C	20								

実施例

[0098] [表16]

銅合金		平均結晶 粒徑 ( $\mu\text{m}$ )	被削性				引張強さ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	耐力 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	伸び (%)	疲労強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
			切削形態		切削主応力 (N)					
N o.	種別		80m/min	160m/min		80m/min	160m/min			
71	C	30						488	235	34
72	C	20						528	289	32
73	C	22						523	285	33
74	D	30						514	240	34
75	D	20						516	254	36
76	D	80						522	235	26
77	D	15								
78	D	20								
79	E	25						520	256	33
80	E	25	◎	◎		109	116	518	248	28
81	E	25	◎	◎		107	113			
82	E	25								
84	E	30	○	△						
84	E	50								
85	E	30	◎	○						
86	E	65								
87	E	55								
88	E	20	◎	○						
89	E	30	◎	○		116	124	598	276	26
90	E	30	◎	○		117	126			272
91	F	50						477	245	27
92	G	15						536	284	38

実施例

実施例

[0099] [表17]

銅合金		平均結晶 粒徑 ( $\mu\text{m}$ )	被削性				引張強さ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	耐力 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	伸び (%)	疲労強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	
			切削形態		切削主応力 (N)						
			80m/min	160m/min	80m/min	160m/min					
N o.	種別	201	A1	1500				435	170	36	156
		202	A1	600	◎	△		433	174	34	254
		203	A1	220				440	188	32	176
		204	A1	350	◎	△					
		205	A1	100	× ×	× ×	175	203			
		206	A1	400	□	×	130	152			
		207	A1	600	□	×	122	142			
		208	A1	600	×	× ×	173	201			
		209	A1	300	× ×	× ×	179	212			
		210	A1	400							
		211	A1	1200							
		212	A1	200	△	× ×	135	178			
		213	A1	250	× ×	× ×	205	226			
		214	A1	500							
		215	A1	1000	●	◎	99	110	95	25	
		216	A1	1200	◎	○	110	121	94	21	
		217	B1	450	△	△	128	147	558	15	
		218	B1	350	○	△	126	142	572	6	
		219	C1	300							
		220	C1	1000							
		221	C1	20							
		222	C1	600				418	184	23	
		223	C1	500				394	178	25	

比較例

比較例

[0100] [表18]

銅合金		平均結晶 粒徑 ( $\mu\text{m}$ )	被削性				引張強さ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	耐力 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )	伸び (%)	疲労強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )
			切削形態		切削主応力 (N)					
			80m/min	160m/min	80m/min	160m/min				
224	C1	400					441	194	30	
225	D1	2000					412	166	22	
226	D1	1200					232	80	22	
227	E1	90	×	×						
228	E1	1500					426	170	24	
229	E1	800								
230	E1	200	×	×	×					
231	E1	400	△	□			430	174	25	
232	E1	350					438	188	26	
233	E1	350								
234	F1	2500					408	162	25	
235	G1	25	●	●	96	101	387	165	39	
236	G1	35	●	◎	102	109	398	175	36	

比較例

比較例



[0101] [表19]

銅合金 No.	種別	最大腐蝕深さ ( $\mu\text{m}$ )	腐蝕減量 ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )			熱間鍛 造性	耐摩耗性 摩耗減量 ( $\text{mg}$ )	冷間圧縮 加工性	半溶融 鋳造性
			I	II	III				
1	A				III			$\Delta$	
2	A								$\Delta$
3	A	10以下	28	42	148	O		O	O
4	A	10以下	27	43	149	O		O	O
5	A							O	O
6	A		2				27		
7	A								
8	A	10以下	28	43	152			$\Delta$	
9	A								
10	A								
11	A		O			O			$\Delta$
12	A	10以下	25	41	149	$\Delta$			O
13	A	10以下							$\Delta$
14	A								
15	A								
16	A								
17	A								
18	A								
19	A								
20	A								
21	A								
22	A								
23	A		O			O		O	

実施例

[0102] [表20]

銅合金		最大腐蝕深さ ( $\mu\text{m}$ )	腐蝕減量 ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )			熱間鍛 造性	耐摩耗性 摩耗減量 ( $\text{mg}$ )	冷間圧縮 加工性
No.	種別		エロージョン・コロージョン試験					
			I	II	III			
24	A	10以下	26	44	152	○	28	○
25	A		△			△		
26	A							
27	A							
28	A		△			△		
29	A							
30	A							
31	A							
32	A							
33	A							
34	A	10以下	20	35	126	○		
35	A		119	34	124	○		
36	A	10以下	27	41	139			
37	A	10以下	16	33	121			
38	A						1.4	
39	A						2.5	
40	A		1				11	
41	A	10以下						
42	A							
43	A	10以下	19	35	124	○		
44	A	10以下	21	27	134			
45	A		1				16	
46	A	30	23	37	141		1.8	

実施例

実施例

[0103] [表21]

銅合金 No.	種別	Pb溶出量 (mg/L)	最大腐蝕深さ ( $\mu$ m)	腐蝕減量 (mg/cm <sup>2</sup> ) エロージョン・コロージョン試験			応力腐蝕 割れ性	伸線性	冷間圧縮 加工性	鑄造性	
				I	II	III				鑄造物 B	鑄造物 C
47	B		10以下				○	○	○	○	B
48	B						○	○	○	○	B
49	B						○	△	△	△	B
50	B						○	○	○	○	B
51	B						○	○	○	○	B
52	B						○	○	○	○	B
53	C										○
54	C		10以下	28	42	147					○
55	C		10以下	27	42	146					○
56	C										○
57	C										△
58	C		10以下	25	40	149					△
59	C	0.001以下	10以下	28	43	148					○
60	C										○
61	C										○
62	C	0.001以下									○
63	C	0.001以下									○
64	C	0.002									○
65	C	0.006									○
66	C	0.009	10以下	27	52	150					○
67	C	0.014									○
68	C	0.001以下									○
69	C	0.009									△
70	C		10以下	21	34	124					○

実施例

銅合金 No.	種別	最大腐蝕深さ ( $\mu\text{m}$ )	腐蝕減量 ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ )			熱間鍛 造性	耐摩耗性 摩耗減量 ( $\text{mg}$ )	鑄造性	
			エロージョン・コロージョン試験 I	II	III			鑄造物 B	鑄造物 C
71	C		119	34	125				○
72	C								
73	C								
74	D	10以下	28	43	150				
75	D	10以下	28	45	149				
76	D	10以下	24	43	153				
77	D	10以下	22	37	126				
78	D		220	34	126				
79	E								
80	E	10以下	26	43	150	○			
81	E								
82	E		224	38	132				
84	E	10以下							
84	E	10以下							
85	E		○			○	18		
86	E						1.5		
87	E		1				12		
88	E						2.3		
89	E						2.2		
90	E						2.4		
91	F								
92	G								

実施例

[0105] [表23]

銅合金 No.	種別	Pb溶出量 (mg/L)	最大腐蝕深さ ( $\mu\text{m}$ )	腐蝕減量 (mg/cm <sup>2</sup> ) エロージョン・コロージョン試験			応力腐蝕 割れ性	熱間腐 蝕性	耐摩耗性 摩耗減量 (mg)	伸縮性	冷間圧縮 加工性	鑄造性		半溶融 鑄造性
				I	II	III						鑄造物 B1	鑄造物 C1	
201	A1													x
202	A1							$\Delta$		$\Delta$	$\Delta$			x
203	A1										$\Delta$			x
204	A1		180	36	52	178								
205	A1		10以下	26	44	143		$\Delta$	280					
206	A1													
207	A1													
208	A1		250											
209	A1							$\Delta$						
210	A1		300	45	63	256								
211	A1													
212	A1													
213	A1		250	42	57	215			320					x
214	A1		400	48	71	303								
215	A1		10以下	18	33	118								
216	A1		10以下	18	34	120								
217	B1									O	$\Delta$	x		
218	B1						$\Delta$		x	x	x	$\Delta$		
219	C1												x	x
220	C1												x	
221	C1	0.031											O	
222	C1	0.003											$\Delta$	
223	C1												x	

比較例

[0106] [表24]

銅合金 No.	種別	Pb溶出量 (mg/L)	最大腐蝕深 さ ( $\mu\text{m}$ )	腐蝕減量 (mg/cm <sup>2</sup> )			熱間鍛 造性	耐摩耗性 摩耗減量 (mg)	半溶融 鑄造性
				エロージョン・コロージョン試験 I	II	III			
224	C1					III			
225	D1								
226	D1	0.34							
227	E1								×
228	E1								
229	E1								×
230	E1								×
231	E1		60	31	47	162	△		
232	E1								
233	E1								
234	F1								
235	G1		800	64	118	423	×	600	
236	G1		1000	67	116	445	○	520	

比較例

## 産業上の利用可能性

[0107] 本発明の銅合金は、具体的には、次のような用途に好適に使用することができる。

1. 鑄造性、導電性、熱伝導性、高機械的性質が要求される一般的機械部品。

2. 高度の導電性, 熱伝導性が要求される電気用ターミナル, コネクタ, ロウ付け, 溶接を容易に行い得ることが要求される電気部品。
3. 鑄造が容易であることが要求される計器部品。
4. 機械的性質に優れることが要求される給排水金具, 建築用金具, 日用品・雑貨品。  
。
5. 強度, 硬度が高いこと及び耐食性, じん性に優れることが要求される船用プロペラ, シャフト、軸受, 弁座, 弁棒, 締付金具, クランプ、接続金具、ドアノブ、パイプ留具、カム。
6. 高度の強度, 硬度, 耐摩耗性が要求されるバルブ, ステム, ブッシュ, ウォームギヤ、アーム、シリンダ部品、バルブシート、ステンレス用軸受、ポンプインペラ。
7. 耐圧性, 耐摩耗性, 被削性, 鑄造性が要求されるバルブ, ポンプ胴体, 羽根車, 給水栓, 混合水栓, 水道用弁, 継手, スプリンクラー, コック, 水道メータ, 止水栓, センサー部品、スクロール型コンプレッサー部品、高圧バルブ、スリーブ圧力容器。
8. 硬度及び耐摩耗性に優れることが要求される摺動部品, 油圧シリンダ, シリンダ, 歯車, 釣り用リール、航空機の留め具。
9. 強度, 耐食性, 耐摩耗性に優れることが要求されるボルト, ナット、配管用コネクタ  
ー。
10. 単純形状の大型鑄物に適し且つ高い強度と耐食性, 耐摩耗性に優れることが要求される化学用機械部品、工業用バルブ。
11. 接合強度、肉盛、ライニング、オーバーレイ、耐食性、鑄造性が要求される淡水化装置等の溶接管、給水管、熱交換器用管、熱交換器管板、ガス配管用管、エルボ、海洋構造材、溶接部材、溶接用材。
12. 接水金具(継手・フランジ類)  
ニップル、ホースニップル、ソケット、エルボ、チーズ、プラグ、ブッシング、ユニオン、ジョイント、フランジ
13. 接水金具(バルブ・コック類)  
ストップバルブ、ストレーナー、スリースバルブ、ゲートバルブ、チェッキバルブ、グローブバルブ、ダイヤフラムバルブ、ピンチバルブ、ボールバルブ、ニードルバルブ、ミ

ニチュアバルブ、レリーフバルブ、メンコック、ハンドルコック、グランドコック、2方コック、3方コック、4方コック、ガスコック、ボール弁、安全弁、レリーフ弁、減圧弁、電磁弁、スチームトラップ、量水器(水道メータ、流量計)。

#### 14. 接水金具(水栓金具)

水栓(給水栓、散水栓、止水栓、自在栓、混合栓、分水栓)、カラン、分枝栓、逆止弁、分枝バルブ、フラッシュバルブ、切り替えコック、シャワー、シャワーフック、プラグ、ザルボ、散水ノズル、スプリンクラー。

#### 15. 接水金具(住設機器・排水器具類)

トラップ、消化栓弁、送水口。

#### 16. ポンプ類

インペラ、ケース、接続金具、摺動部ブッシュ。

#### 17. 自動車関係機器

バルブ、継手類、圧力スイッチ・センサー、温度センサー(感温体)、コネクタ類、軸受・ベアリング部品、コンプレッサー部品、キャブレター部品、ケーブル止め金具。

#### 18. 家電部品

携帯電話アンテナ部品、端子・コネクタ、リードスクリュー、モーター軸受(流体軸受)、コピー機シャフト・ローラー、エアコン用バルブ・継手・ナット、センサー部品。

#### 19. 摩擦係合部材

油圧・空圧シリンダのピストンシュウ、ブッシュ・摺動部品、電線止め金具、高圧バルブ・継手、歯車・ギア・シャフト、ベアリング部品、ポンプ・軸受、バルブシュウ、袋ナット、ヘッダー給水栓部品。



## 請求の範囲

- [1] Cu:69~88mass%と、Si:2~5mass%と、Zr:0.0005~0.04mass%と、P:0.01~0.25mass%と、Zn:残部とからなり、  
 元素aの含有量[a]mass%について、 $f_0 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] = 61 \sim 71$ 、 $f_1 = [\text{P}] / [\text{Zr}] = 0.7 \sim 200$ 、 $f_2 = [\text{Si}] / [\text{Zr}] = 75 \sim 5000$ 及び $f_3 = [\text{Si}] / [\text{P}] = 12 \sim 240$ の関係を有し、  
 $\alpha$ 相と $\kappa$ 相及び $\gamma$ 相とを含有し且つ面積率における相bの含有量[b]%について $f_4 = [\alpha] + [\gamma] + [\kappa] \geq 85$ 及び $f_5 = [\gamma] + [\kappa] + 0.3[\mu] - [\beta] = 5 \sim 95$ の関係を有する金属組織をなし、  
 熔融固化時のマクロ組織での平均結晶粒径が $200 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする銅合金。
- [2] Pb:0.005~0.45mass%、Bi:0.005~0.45mass%、Se:0.03~0.45mass%及びTe:0.01~0.45mass%から選択された1種以上の元素を更に含有し、  
 元素aの含有量[a]mass%について、 $f_0 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] + 0.5([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}]) = 61 \sim 71$ 、 $f_1 = [\text{P}] / [\text{Zr}] = 0.7 \sim 200$ 、 $f_2 = [\text{Si}] / [\text{Zr}] = 75 \sim 5000$ 、 $f_3 = [\text{Si}] / [\text{P}] = 12 \sim 240$ 及び $f_6 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] + 3([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}])^{1/2} \geq 62$ 及び $f_7 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] - 3([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}])^{1/2} \leq 68.5$ (含有しない元素aについては[a]=0とする)の関係を有し、  
 $\alpha$ 相と $\kappa$ 相及び $\gamma$ 相とを含有し且つ面積率における相bの含有量[b]%について $f_4 = [\alpha] + [\gamma] + [\kappa] \geq 85$ 及び $f_5 = [\gamma] + [\kappa] + 0.3[\mu] - [\beta] = 5 \sim 95$ の関係(含有しない相bについては[b]=0とする)を有する金属組織をなし、  
 熔融固化時のマクロ組織での平均結晶粒径が $200 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項1に記載する銅合金。
- [3] Sn:0.05~1.5mass%、As:0.02~0.25mass%及びSb:0.02~0.25mass%から選択された1種以上の元素を更に含有し、  
 元素aの含有量[a]mass%について、 $f_0 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] - 0.5([\text{Sn}] + [\text{As}] + [\text{Sb}]) = 61 \sim 71$ 、 $f_1 = [\text{P}] / [\text{Zr}] = 0.7 \sim 200$ 、 $f_2 = [\text{Si}] / [\text{Zr}] = 75$

～5000及び $f_3 = [\text{Si}] / [\text{P}] = 12 \sim 240$  (含有しない元素aについては $[a] = 0$ とする)の関係を有し、

$\alpha$ 相と $\kappa$ 相及び／又は $\gamma$ 相とを含有し且つ面積率における相bの含有量 $[b]\%$ について $f_4 = [\alpha] + [\gamma] + [\kappa] \geq 85$ 及び $f_5 = [\gamma] + [\kappa] + 0.3[\mu] - [\beta] = 5 \sim 95$ の関係 (含有しない相bについては $[b] = 0$ とする)を有する金属組織をなし、

熔融固化時のマクロ組織での平均結晶粒径が $200 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項1に記載する銅合金。

- [4] Sn:0.05～1.5mass%、As:0.02～0.25mass%及びSb:0.02～0.25mass%から選択された1種以上の元素を更に含有し、

元素aの含有量 $[a]\text{mass}\%$ について、 $f_0 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] + 0.5([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}]) - 0.5([\text{Sn}] + [\text{As}] + [\text{Sb}]) = 61 \sim 71$ 、 $f_1 = [\text{P}] / [\text{Zr}] = 0.7 \sim 200$ 、 $f_2 = [\text{Si}] / [\text{Zr}] = 75 \sim 5000$ 、 $f_3 = [\text{Si}] / [\text{P}] = 12 \sim 240$ 、 $f_6 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] + 3([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}])^{1/2} \geq 62$ 及び $f_7 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] - 3([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}])^{1/2} \leq 68.5$  (含有しない元素aについては $[a] = 0$ とする)の関係を有し、

$\alpha$ 相と $\kappa$ 相及び／又は $\gamma$ 相とを含有し且つ面積率における相bの含有量 $[b]\%$ について $f_4 = [\alpha] + [\gamma] + [\kappa] \geq 85$ 及び $f_5 = [\gamma] + [\kappa] + 0.3[\mu] - [\beta] = 5 \sim 95$ の関係 (含有しない相bについては $[b] = 0$ とする)を有する金属組織をなし、

熔融固化時のマクロ組織での平均結晶粒径が $200 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項2に記載する銅合金。

- [5] Al:0.02～1.5mass%、Mn:0.2～4mass%及びMg:0.001～0.2mass%から選択された1種以上の元素を更に含有し、

元素aの含有量 $[a]\text{mass}\%$ について、 $f_0 = [\text{Cu}] - 3.5[\text{Si}] - 3[\text{P}] + 0.5([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}]) - 0.5([\text{Sn}] + [\text{As}] + [\text{Sb}]) - 1.8[\text{Al}] + 2[\text{Mn}] + [\text{Mg}] = 61 \sim 71$ 、 $f_1 = [\text{P}] / [\text{Zr}] = 0.7 \sim 200$ 、 $f_2 = [\text{Si}] / [\text{Zr}] = 75 \sim 5000$ 及び $f_3 = [\text{Si}] / [\text{P}] = 12 \sim 240$  (含有しない元素aについては $[a] = 0$ とする)の関係を有し、

$\alpha$ 相と $\kappa$ 相及び／又は $\gamma$ 相とを含有し且つ面積率における相bの含有量 $[b]\%$ に

ついて $f4 = [\alpha] + [\gamma] + [\kappa] \geq 85$ 及び $f5 = [\gamma] + [\kappa] + 0.3[\mu] - [\beta] = 5 \sim 95$ の関係(含有しない相bについては $[b] = 0$ とする)を有する金属組織をなし、  
溶融固化時のマクロ組織での平均結晶粒径が $200 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項1～請求項4の何れかに記載する銅合金。

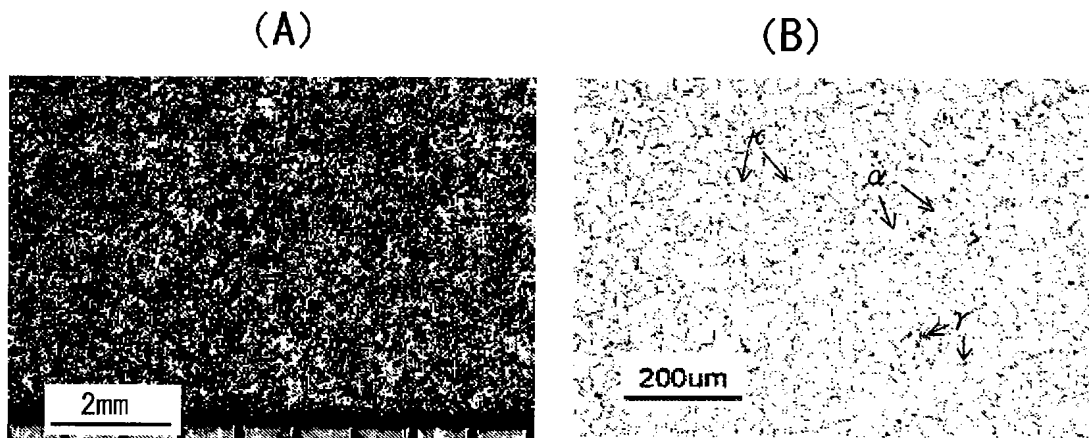
- [6] 元素aの含有量 $[a]\text{mass}\%$ と面積率における相bの含有量 $[b]\%$ との間に、 $f8 = [\gamma] + [\kappa] + 0.3[\mu] - [\beta] + 25([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}])^{1/2} \geq 10$ 及び $f9 = [\gamma] + [\kappa] + 0.3[\mu] - [\beta] - 25([\text{Pb}] + 0.8([\text{Bi}] + [\text{Se}]) + 0.6[\text{Te}])^{1/2} \leq 70$ (含有しない元素a及び相bについては $[a] = [b] = 0$ とする)の関係を有することを特徴とする、請求項2、請求項4及び請求項5の何れかに記載する銅合金。
- [7] Fe及び／又はNiが不可避不純物として含有される場合にあつて、その何れかが含有される場合にはFe又はNiの含有量が $0.3\text{mass}\%$ 以下であり、またFe及びNiが含有される場合にはそれらの合計含有量が $0.35\text{mass}\%$ 以下であることを特徴とする、請求項1～請求項6の何れかに記載する銅合金。
- [8] 溶融固化時における初晶が $\alpha$ 相であることを特徴とする、請求項1～請求項7の何れかに記載する銅合金。
- [9] 溶融固化時において包晶反応が生じるものであることを特徴とする、請求項1～請求項7の何れかに記載する銅合金。
- [10] 溶融固化時においては、デンドライト・ネットワークが分断された結晶構造をなしており且つ結晶粒の二次元形態が円形状、円形に近い非円形状、楕円形状、十字形状、針形状又は多角形状をなしていることを特徴とする、請求項1～請求項7の何れかに記載する銅合金。
- [11] マトリックスの $\alpha$ 相が微細に分断されており且つ $\kappa$ 相及び／又は $\gamma$ 相がマトリックスに均一に分散していることを特徴とする、請求項1～請求項7の何れかに記載する銅合金。
- [12] Pb又はBiが含有されている場合にあつては、微細で大きさの揃ったPb粒子又はBi粒子がマトリックスに均一に分散していることを特徴とする、請求項2、請求項4、請求項5及び請求項7の何れかに記載する銅合金。

- [13] 鑄造工程で得られる鑄造物又はこれに更に一回以上の塑性加工を施した塑性加工物であることを特徴とする、請求項1～請求項12の何れかに記載する銅合金。
- [14] 請求項13に記載する塑性加工物であって、すくい角： $-6^{\circ}$  及びノーズ半径：0.4 mmのバイトを使用した旋盤により、乾式で、切削速度：80～160m/min、切込み深さ：1.5mm及び送り速度：0.11mm/rev. の条件で切削した場合において生成する切屑が台形若しくは三角形をなす小片形状、長さ25mm以下のテープ形状又は針形状をなす切削加工物であることを特徴とする銅合金。
- [15] 請求項13に記載する鑄造物であって、横型連続鑄造法、アップワード法又はアップキャスト法により鑄造された線材、棒材又はホローバーであることを特徴とする銅合金。
- [16] 請求項13に記載する塑性加工物であって、熱間押出加工物、熱間鍛造加工物又は熱間圧延加工物であることを特徴とする銅合金。
- [17] 請求項13に記載する塑性加工物であって、請求項15に記載する鑄造物を抽伸加工又は伸線加工してなる線材、棒材又はホローバーであることを特徴とする銅合金。
- [18] 請求項13に記載する鑄造物であって、固相率30～80%の半熔融状態において、少なくともデンドライト・ネットワークが分断された結晶組織をなし且つ固相の2次元形態が円形状、円形に近い非円形状、楕円形状、十字形状又は多角形状をなす鑄物、半熔融鑄物、半熔融成形物、溶湯鍛造物又はダイキャスト成形物であることを特徴とする銅合金。
- [19] 固相率60%における固相の平均結晶粒径が $150\mu\text{m}$ 以下であること及び／又は当該固相の平均最大長が $200\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする、請求項18に記載する銅合金。
- [20] ニアネットシェイプに鑄造されたものであることを特徴とする、請求項18又は請求項19に記載する銅合金。
- [21] 水と常時又は一時的に接触する状態で使用される接水金具であることを特徴とする、請求項13～請求項20の何れかに記載する銅合金。
- [22] ニップル、ホースニップル、ソケット、エルボ、チーズ、プラグ、ブッシング、ユニオン、ジョイント、フランジ、ストップバルブ、ストレーナー、スリースバルブ、ゲートバルブ、

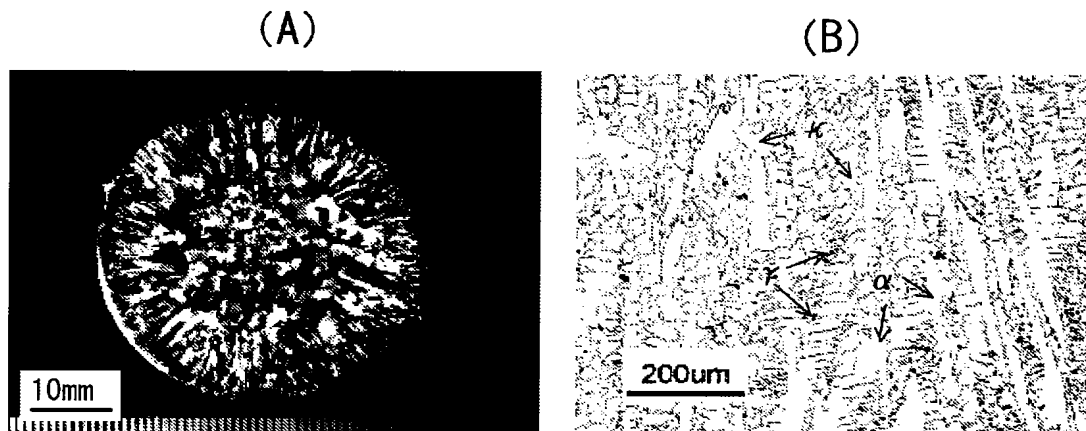
チェックバルブ、グローブバルブ、ダイヤフラムバルブ、ピンチバルブ、ボールバルブ、ニードルバルブ、ミニチュアバルブ、レリーフバルブ、メンコック、ハンドルコック、グランドコック、2方コック、3方コック、4方コック、ガスコック、ボール弁、安全弁、レリーフ弁、減圧弁、電磁弁、スチームトラップ、水道メータ、流量計、給水栓、散水栓、止水栓、自在栓、混合栓、分水栓、カラン、分枝栓、逆止弁、分枝バルブ、フラッシュバルブ、切り替えコック、シャワー、シャワーフック、プラグ、ザルボ、散水ノズル、スプリンクラー、給湯器用伝熱管、熱交換器用伝熱管、ボイラ用伝熱管、トラップ、消化栓弁、送水口、インペラ、インペラ軸若しくはポンプケース又はこれらの構成材であることを特徴とする、請求項21に記載する銅合金。

- [23] 相手部材と常時又は一時的に接触する状態で相対運動する摩擦係合部材であることを特徴とする、請求項13～請求項20の何れかに記載する銅合金。
- [24] 歯車、摺動ブッシュ、シリンダ、ピストンシュウ、支承、ベアリング部品、バルブ、開閉弁、軸受部材、シャフト、ローラ、ロータリジョイント部品、ボルト、ナット若しくはスクリー軸又はこれらの構成部材であることを特徴とする、請求項23に記載する銅合金。
- [25] 圧力センサ、温度センサ、コネクタ、コンプレッサー部品、スクロールコンプレッサー部品、高圧バルブ、空調用バルブ・開閉弁、キャブレター部品、ケーブル止め金具、携帯電話アンテナ部品又は端子であることを特徴とする、請求項13～請求項20の何れかに記載する銅合金。
- [26] 請求項1～請求項25の何れかに記載する銅合金を製造する場合にあって、その casting 工程においては、Zrを、これを含有する銅合金物の形態で添加させることにより、 casting に際して酸化物及び／又は硫化物の形態でZrが添加されないようにすることを特徴とする銅合金の製造方法。
- [27] Zrを含有する前記銅合金物が、Cu-Zr合金若しくはCu-Zn-Zr合金又はこれらの合金をベースとしてP、Mg、Al、Sn、Mn及びBから選択する1種以上の元素を更に含有させた銅合金であることを特徴とする、請求項26に記載する銅合金の製造方法。

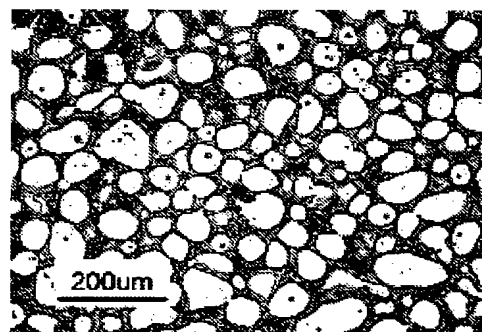
[図1]



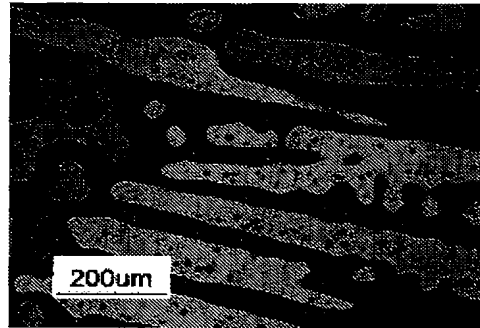
[図2]



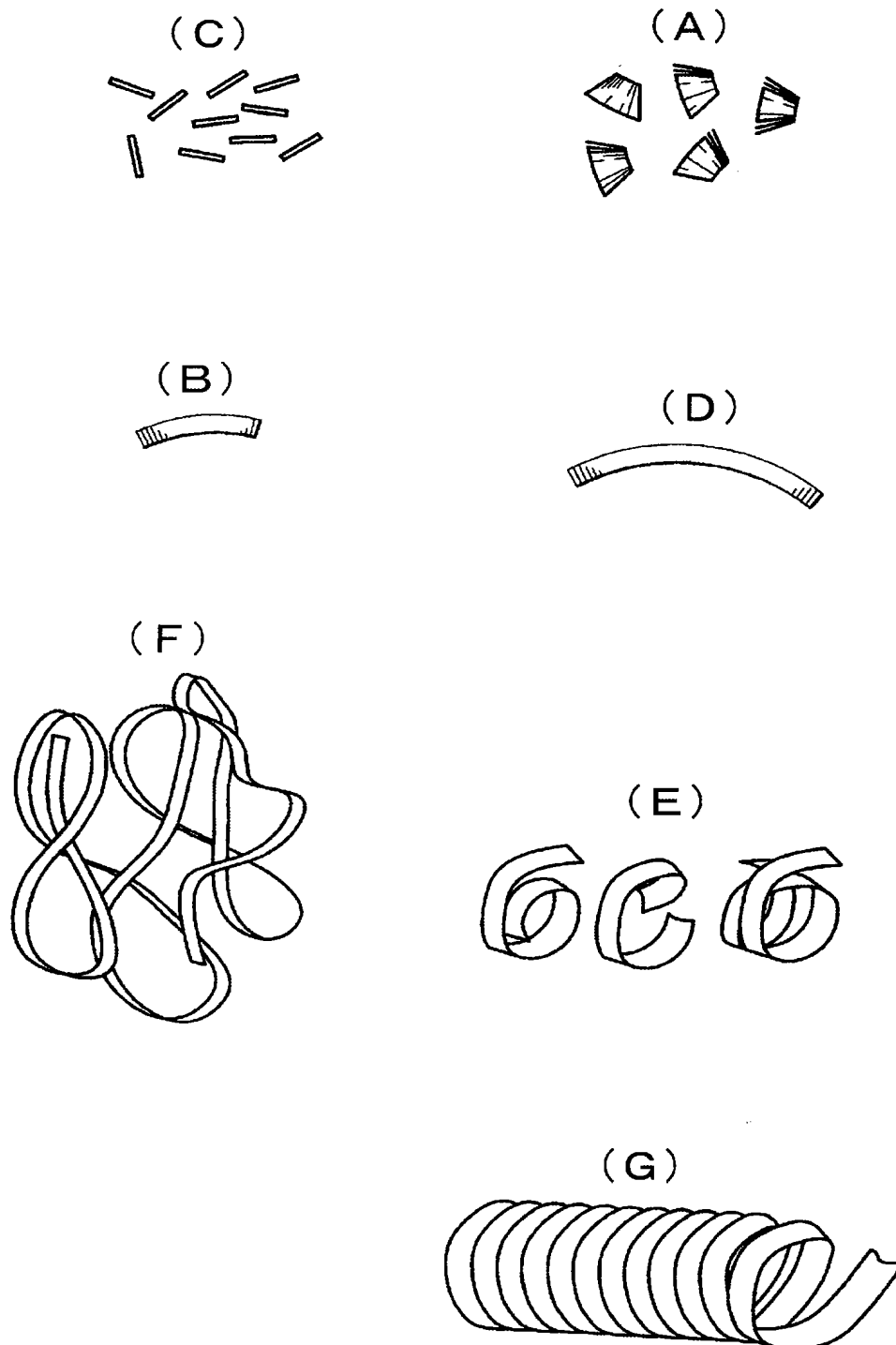
[図3]



[図4]

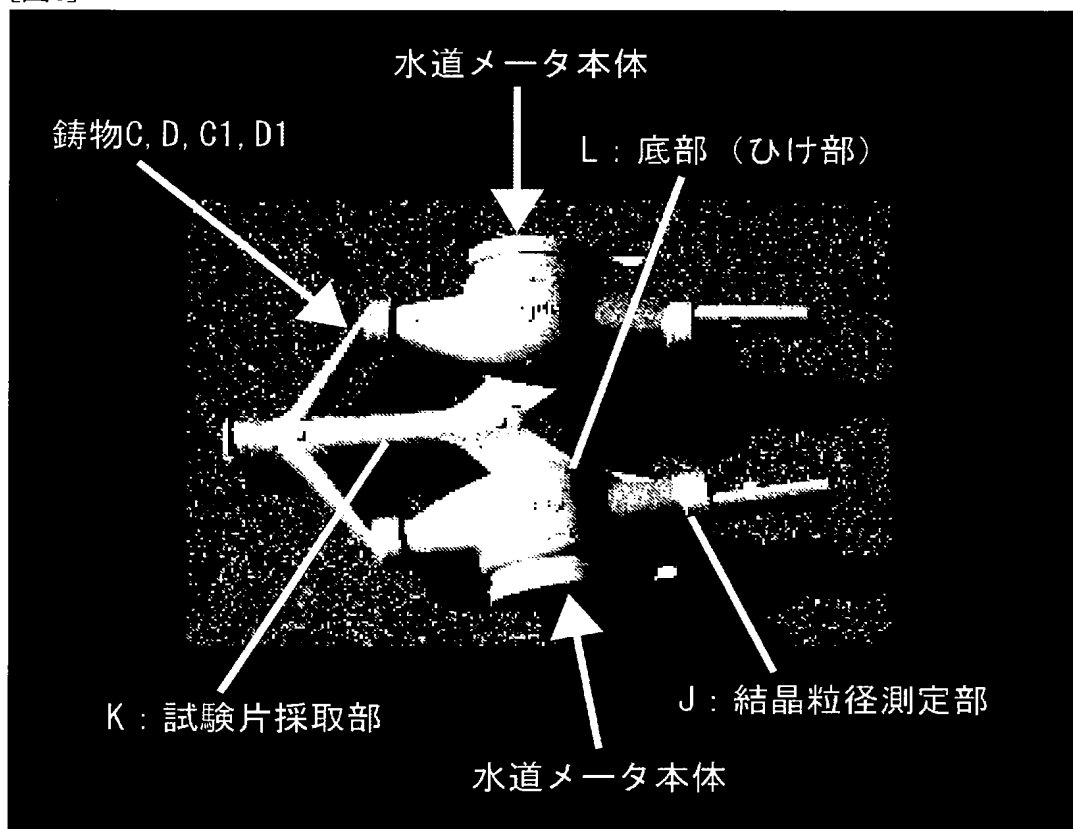


[図5]

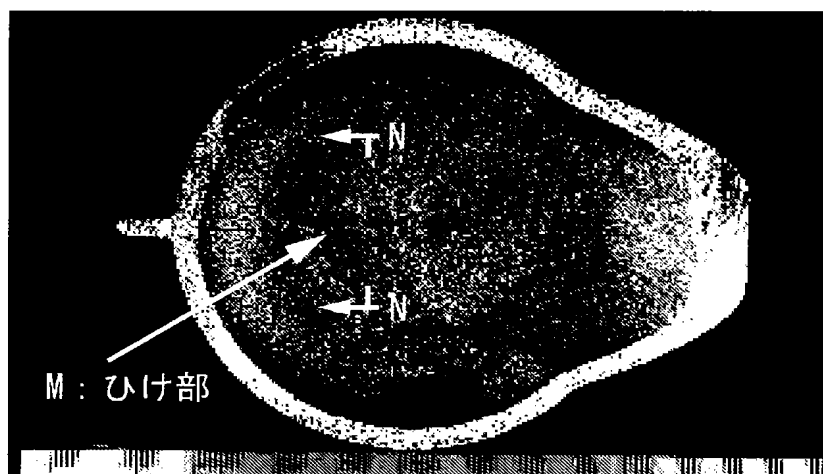




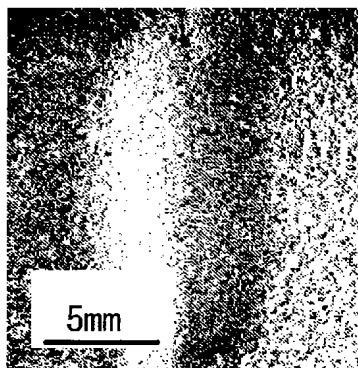
[図6]



[図7]



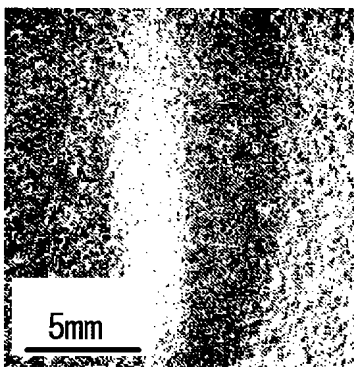
[図8]



[図9]

1mm

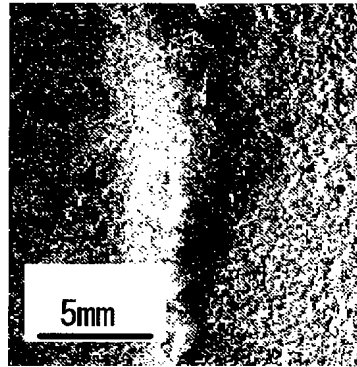
[図10]



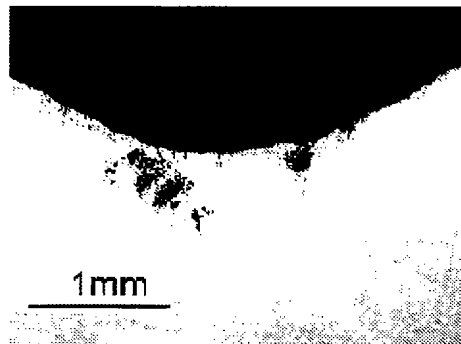
[図11]

1mm

[図12]



[図13]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/014691

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>C22C9/00</b> (2006.01), <b>B22D1/00</b> (2006.01), <b>B22D21/00</b> (2006.01), <b>B22D27/20</b> (2006.01)		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <b>C22C9/00</b> (2006.01), <b>B22D1/00</b> (2006.01), <b>B22D21/00</b> (2006.01), <b>B22D27/20</b> (2006.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 59-136439 A (Sambo Copper Alloy Co., Ltd.), 06 August, 1984 (06.08.84), (Family: none)	1-27
A	JP 58-37143 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 04 March, 1983 (04.03.83), (Family: none)	1-27
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 28 October, 2005 (28.10.05)		Date of mailing of the international search report 15 November, 2005 (15.11.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> C22C9/00 (2006.01), B22P1/00 (2006.01), B22D21/00 (2006.01), B22D27/20 (2006.01)

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> C22C9/00 (2006.01), B22D1/00 (2006.01), B22D21/00 (2006.01), B22D27/20 (2006.01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 59-136439 A (三宝伸銅工業株式会社) 1984.08.06 (ファミリーなし)	1-27
A	J P 58-37143 A (古河電気工業株式会社) 1983.03.04 (ファミリーなし)	1-27

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.10.2005

国際調査報告の発送日

15.11.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 正紀

電話番号 03-3581-1101 内線 3475

4 K

8520

## C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2-170954 A (日本鉱業株式会社) 1990. 07. 02, 特許請求の範囲、 【0019】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 4-224645 A (日本鉱業株式会社) 1992. 08. 13, 特許請求の範囲、 【0023】 (ファミリーなし)	1-10